



TITLE:

肉用繁殖牛における分娩後の繁殖機能に及ぼす哺乳の影響に関する研究(Dissertation_全文)

AUTHOR(S):

居在家, 義昭

CITATION:

居在家, 義昭. 肉用繁殖牛における分娩後の繁殖機能に及ぼす哺乳の影響に関する研究. 京都大学, 1987, 農学博士

ISSUE DATE:

1987-07-23

URL:

<https://doi.org/10.14989/doctor.r6311>

RIGHT:

新 刊
農
470
京大附図

肉用繁殖牛における分娩後の
繁殖機能に及ぼす哺乳の影響
に関する研究

1987

居在家義昭

新 制

農

470

京大附図

肉用繁殖牛における分娩後の
繁殖機能に及ぼす哺乳の影響
に関する研究

1987

居在家義昭

目 次

第1章 緒 論	
研究目的	1
研究史	2
第2章 放牧飼養における肉用繁殖牛の分娩後 の繁殖機能回復	
第1節 緒 言	6
第2節 夏山冬里飼養方式における黒毛和種 繁殖牛の分娩後の繁殖性	6
第3節 超音波断層法による分娩後の子宮修 復の観察	18
第4節 分娩後の卵巢機能および子宮修復に 及ぼす産次の影響	29
第5節 牛子宮内膜の細胞増殖の性周期にと もなう変化および性ステロイドホル モン投与の影響	41
(1) 性周期にともなう子宮内膜の細胞 増殖	41

(2) 性ステロイドホルモン投与による	
子宮内膜の増殖	47
第6節 小 括	52
第3章 分娩後の繁殖機能に及ぼす哺乳の影響	
第1節 緒 言	55
第2節 黒毛和種における分娩後の経過日数 にともなう哺乳量および哺乳行動の 推移	56
第3節 分娩後の初回排卵までの日数に及ぼ す哺乳の影響	69
第4節 子宮修復に及ぼす哺乳の影響	88
第5節 子宮修復に及ぼす分娩直後離乳およ び制限哺乳の影響	97
第6節 小 括	113
第4章 早期離乳が分娩後の繁殖機能回復およ び子牛の発育に及ぼす影響	
第1節 緒 言	116

第2節	分娩後の卵巢機能および子宮修復に 及ぼす早期離乳の影響	116
第3節	早期離乳およびLH-RH類縁化合物の投 与が繁殖機能回復に及ぼす影響	128
第4節	代用乳給与による黒毛和種子牛の発 育性	139
第5節	小 括	148
第5章	総 括	157
	謝 辞	164
	引用文献	165
	Summary	177

第 1 章 結 論

研究目的

わが国における肉用牛生産については安定的な伸びが見込まれる需要に対応して、合理的な生産体系の確立により国内供給の増大を図っていくと同時に、国土資源の有効利用による土地利用型の低コスト肉用牛生産の推進が強く要請されている。

1960年代以降、黒毛和種はそれまでの役肉用牛から肉用牛へと転換するなかで、入会放牧地による粗放的な放牧飼養は急速に衰退し、里山放牧地による集約的な放牧飼養や舎飼方式へと移行して行った。このように、集約的な飼養管理が一般化して行ったにもかかわらず、近年においても分娩間隔は平均15か月以上であり、子牛生産性は低くかつ不安定な状態で推移し、その繁殖管理技術に関してはいまだ十分に確立されているとは言えない。今後、入会牧野の再開発にともなう放牧などによる土地利用型畜産を展開し、肉用牛の繁殖経営を安定化する上でも、分娩後の繁殖機能回復の促進と分娩間隔の短縮、生涯子牛生産性を高めることは必要である。

肉用繁殖牛は通常、分娩後6～8か月間産子を哺乳させている。哺乳子牛の発育に関しては、母牛の哺育性能(mothering ability)に依存するところが多い。一方、哺乳は母牛の哺育性能として重要な特性である反面、分娩後の繁殖機能回復にも大きな影響を及ぼすと考えられている。しかし、哺乳が分娩後の卵巣機能や子宮修復に及ぼす影響については不明の部分が多い。さらに、生涯生産性を高めるには産次の有する特質を把握することも必要であるが、その

詳細についてはなお明らかでない。

本研究は、肉用繁殖牛における分娩後の卵巢機能や子宮修復などの繁殖機能回復の特性や、哺乳行動の個体間差異を解明するとともに、これら分娩後の繁殖機能回復に及ぼす哺乳量、哺乳（吸乳）刺激ならびに産次の影響を明らかにし、放牧飼養における肉用牛の子牛生産性を向上させるための、効率的な分娩後の繁殖管理技術の確立を目的として実施したものである。

研究史

哺乳行動と泌乳の開始は次世代育成のための本質的な生理現象の一つである。しかし、哺乳が分娩から発情回帰までの日数に影響を及ぼすことは古くは、ラット (LONG & EVANS, 1922)⁶⁸⁾、家兎 (HAMMOND & MARSHALL, 1925)³³⁾ で見い出された。また、豚では哺乳期間中に発情が回帰してこないのが普通である^{16, 52)} ことから、離乳時期を早めることによって発情回帰を促進化できることがBAKER et al. (1953)¹⁾、SELF & GRUMMER (1962)¹⁰⁸⁾ により報告されている。

牛においては、1937年CLAPP (1937)¹⁴⁾ が自然哺乳牛ならびに1日4回搾乳している分娩後の発情回帰日数は71.8日、69.4日でほぼ等しかったが、2回搾乳牛では46.4日に短縮したと最初に報告された。また、WILTBANK & COOK (1958)¹⁴²⁾ は繁殖効率に関与する項目との関係について、自然哺乳よりも1日2回搾乳の方が繁殖性の抑制作用の弱いことを明らかにした。その後、乳牛や肉用牛において分娩後の離乳時期と卵巢機能回復に関連する試験が行われるようになって

た。さらに、吸乳や搾乳回数を1日1～4回に制限すると、卵巢機能回復の促進効果があることがCARRUTHERS & HAFS(1980)¹¹⁾, REEVES & GASKINS(1981)¹⁰⁰⁾、BASTIDAS et al.(1984)²⁾ および鈴木・佐藤(1984)¹²²⁾により報告されている。

しかし、これらの報告では分娩後の初回排卵、発情回帰日数のばらつきが大きく、その原因として牛の品種、産次(加齢)や飼養条件の違いなどが示唆されているが、その詳細については不明である。また、ホルモン動態の面から吸乳刺激による卵巢機能回復の抑制機構が解明されつつあるが、これも一致した見解を得るまでには至っていない。

一方、これら吸乳刺激と卵巢機能に関する報告において、泌乳量の影響についてまで検討した例はない。乳牛では泌乳量と空胎日数の関係の有無について一致した成績が得られていない^{30, 41, 134)}が、HANSEN et al.(1982)³⁵⁾は低栄養状態で乳量と繁殖性に負の関係を認めている。この不一致については繁殖成績の表し方、乳量測定の方法、適正な飼料給与などの飼養・管理などが問題として含まれていることが指摘されている(清水, 1978)¹¹⁰⁾。

一方、肉用牛は哺乳量の測定が煩雑なこともあり、泌乳性と繁殖性の関係は不明であり、島田ら(1986)¹⁰⁹⁾が子牛の増体量を泌乳量の指標とすると、増体量が大きいほど発情回帰や空胎日数が延長することを報告しているにすぎない。

分娩後の子宮修復の判断基準については明らかな定義がなされていない(菅, 1975)¹¹⁷⁾が、BUCH et al.(1955)⁸⁾、檜垣ら(1959)⁴⁰⁾ およびCASIDA(1968)¹³⁾によって示された、子宮角の妊角と非妊角の大きさがほぼ等しくなり、収縮力、弾力が正常で子宮が正常位置

にあるものを子宮修復が完了したとするのが最も多い。この基準によれば、子宮修復に要する期間は27.5日(FOSGATE et al., 1961)²⁸⁾から47日(BUCH et al., 1955)⁸⁾の範囲が報告されている。

JOHANNIS et al. (1962)⁵⁴⁾, GIER & MARION (1968)²⁹⁾は摘出した子宮で子宮修復の形態的観察を行い、分娩直後の妊角幅は約39cmであるが、5日目で約半分の大きさまで修復し、子宮角幅の修復速度は5～15日間が最も大きいことを報告している。また、OKANO & FUKUHARA (1980)⁶⁴⁾は、形態的な子宮修復の時期と子宮内膜中の食細胞やリンパ球細胞の消失時期がほぼ一致していることを明らかにしている。直腸検査あるいは超音波映像装置による、このような形態的な子宮修復の進行過程や産次の違いによる修復期間について、詳細に検討した報告は少ない。

子宮修復と哺乳の関係について、WILTBANK & COOK (1958)¹⁴²⁾は自然哺乳牛は1日2回搾乳牛に比べ子宮修復に要する日数は短縮されることを報告し、CASIDA (1968)¹³⁾、OXENREIDER & WAGNER (1971)⁹⁶⁾も搾乳頻度が多いほど子宮修復が促進されることを示唆している。一方、MOLLER (1970)⁷⁴⁾は搾乳や吸乳刺激が子宮修復に関与しないと報告しており、子宮修復に及ぼす哺乳の影響については明確な結論が得られていない。

吸乳刺激や泌乳性が分娩後の繁殖機能回復に対して重要な要因になっていると推察されているにもかかわらず、哺乳行動の多様性と繁殖機能回復との直接的な関連性については不明である。哺乳行動は、母子間の刷り込み現象(imprinting)や初乳摂取などによる新生子牛の損耗防止などの観点からとらえているのが多い。

1日当たりの吸乳回数はホルスタイン種の5～8回 (WALKER, 19

50)¹³⁶⁾、ゼブー牛の6～10回(HUTCHISON et al., 1962)⁴⁸⁾、ヘレフォード種の3～5回(HAFEZ & LINEWEAVER, 1969)³¹⁾などが報告されている。ヘレフォード種は月齢が進むにつれて泌乳量が少なくなるので、吸乳回数は増加する³¹⁾。しかし、吸乳回数や吸乳時間などは牛の品種、泌乳量、飼養管理状態、子牛の月齢や数などによって非常に異なることが示唆されている(HAFEZ, 1975)³²⁾、(黒崎, 1985)⁶²⁾。一方、黒毛和種においては久馬ら(1976)⁶³⁾の報告があるにすぎず、産次や個体間差異、泌乳性との関連性などの詳細については明らかでない。また、ODDE et al.(1985)⁸⁶⁾は卵巢機能回復に及ぼす哺乳の影響を明らかにすべく、哺乳行動を観察しているが、卵巢機能との関係は分析していない。

近年、REEVES & GASKINS(1981)¹⁰⁰⁾は1日1回に吸乳回数を制限し、有意に発情回帰日数を短縮できたが空胎日数にはほとんど差がなかったと報告しており、分娩後の受胎促進を図るには卵巢機能回復の促進のみならず、子宮修復の程度や子宮内環境も重要であることを示唆している。吸乳刺激、哺乳量および産次などがこれらに及ぼす影響やその相互関係について、卵巢と子宮の両面から同時に試験した報告はなく、今後の問題として取り残されている。

第2章 放牧飼養における肉用繁殖牛の分娩後の繁殖機能回復

第1節 緒言

肉用繁殖牛は舍飼いが一般的であり、放牧飼養における繁殖性に関する報告は少ない。本章では放牧を主体とした夏山冬里飼養方式における黒毛和種の分娩後の発情回帰や受胎性に及ぼす産次、分娩季節の影響について明らかにするとともに、分娩後の子宮修復過程を超音波映像装置を用いた超音波断層法により解析し、直腸検査による方法との整合性を比較検討した。また、分娩後の子宮修復と卵巣機能回復に及ぼす産次の影響について、さらに検討を加えた。

また、受胎率を向上させるには子宮内環境が重要な役割を果たしていると考えられている。そこで、胚が生存するための子宮の妊娠準備態勢を検討するため、子宮内膜増殖の性周期にともなう変化ならびに卵巣摘出牛における性ステロイドホルモン投与が子宮内膜の細胞増殖に及ぼす影響について検討した。

第2節 夏山冬里飼養方式における黒毛和種繁殖牛の分娩後の繁殖性

(1) 放牧飼養における分娩後の繁殖性

わが国における肉用繁殖牛の分娩間隔は平均15.3か月とみなされ

ている⁸⁰⁾。このような分娩間隔長期化の原因としては、主として発情回帰の不斉一さ、発情発見の不確実さ、低受胎率などが考えられるが、いずれにしても繁殖経営の安定と健全な発展を阻害する要因であり、早急に改善対策を講じる必要がある。近年、山地傾斜地の未利用草資源を活用して肉用牛生産の基盤拡大を図ることの必要が強調されているが、これらを具体化する上でも、上記の阻害要因を排除して繁殖効率を向上させることは重要な意義を持つものと考えられる。

本試験は、以上の観点から放牧を主体とした、いわゆる夏山冬里飼養方式における黒毛和種繁殖牛の分娩後の発情回帰や受胎性に及ぼす、産次、分娩季節の影響などについて検討した。

I 材料および方法

1975年から1981年にわたり、農林水産省中国農業試験場畜産部で30頭前後の規模により群飼養された初産から10産までの黒毛和種繁殖牛44頭の延べ177回の分娩後の繁殖成績について分析した。これら供試牛の飼養方法は、4月から11月までは1牧区0.5~2.3haの耕起草地と不耕起草地に輪換放牧し、12月から3月までは連動スタンションを備えた開放牛舎でサイレージを主体に飼養する、夏山冬里方式によって行った。妊娠牛は分娩予定日の約1週間前に放牧地から牛舎に収容し、分娩後約1か月目から産子とともに再び放牧した。産子は6か月齢で離乳した。

分娩後、明確な発情徴候を示したものを発情と判定し、発情回帰日数に及ぼす産次および分娩季節の影響について解析した。また、

分娩後の初回発情時に授精した延べ147頭 について、発情回帰日数、産次、分娩季節および授精季節と受胎率との関係进行分析した。最小自乗法による分散分析は、西田(1969)⁸¹⁾ の農林水産研究計算センターライブラリープログラムを用いて行った。また、分娩後の授精開始日数と授精回数および空胎日数との関係については、IBC 株式会社製作の統計ライブラリー®のプログラムを用い、最大相関関係を示した回帰式を当てはめた。

II 結 果

1 分娩後の発情回帰に及ぼす産次、分娩季節の影響

延べ177頭 の分娩後の発情回帰までの日数分布の割合を図1に示した。発情回帰日数の最短は14日であり、最長は141日 であった。

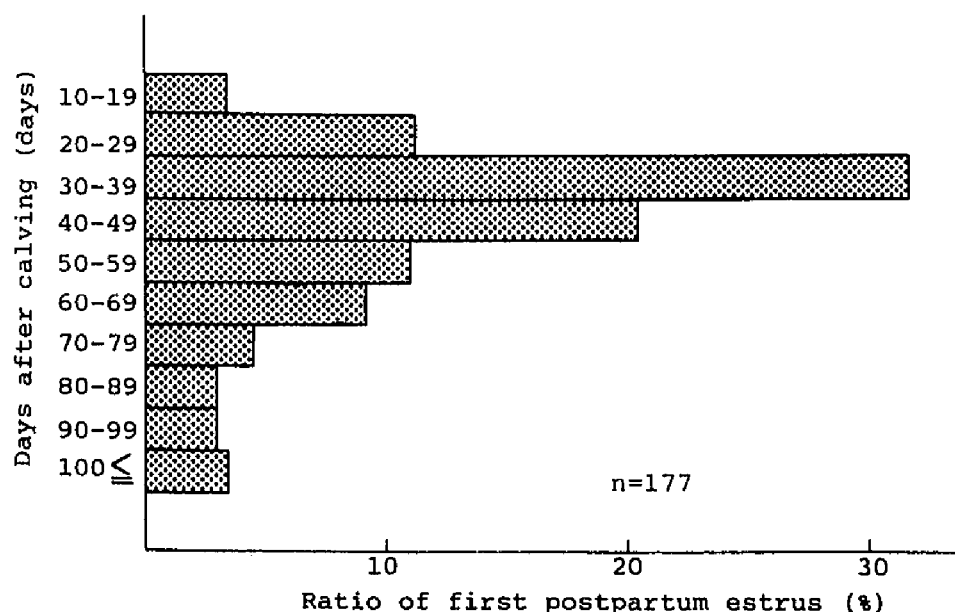


Fig. 1. Distribution of the interval from calving to the first estrus in grazing Japanese Black cows

発情回帰頭数の分布は、分娩後30～39日が56頭(31.6%)で最も多く、次は40～49日の36頭(20.3%)であった。発情回帰頭数の累積値が全頭数の50%および80%に達した時期はそれぞれ41日目および61日目であった。

発情回帰に及ぼす産次と季節の影響については表1に、また、分散分析の結果を表2に示した。発情回帰の全平均は 48.0 ± 2.0 日(最小自乗平均値 \pm 標準誤差)であった。発情回帰日数に及ぼす産次

Table 1. Influences of parity and calving season for the interval in days from calving to first estrus

	No. of cows	Interval in days from calving to first estrus
Over all means	177	48.0 ± 2.0
Parity		
1	34	51.5 ± 3.9
2 - 5	98	50.7 ± 2.3
6 - 10	45	42.0 ± 3.3
Calving season		
Spring	17	54.9 ± 5.3^a
Summer	55	53.6 ± 2.9
Autumn	68	40.9 ± 2.6^c
Winter	37	42.7 ± 3.6^b

Values are lest square means \pm S.E.,

a and b: $P < 0.05$, a and c: $P < 0.01$

Table 2. Least-squares analysis of variance for the interval from calving to first estrus

Source of variance	d.f.	M.S.	F
Parity	2	1334.1	3.01
Calving season	3	2221.5	5.01**
Error	171	454.7	

** : $P < 0.01$

の影響は統計的に有意($P<0.1$)ではなかったが、初産分娩牛で最も遅延し、産次の増加にともない短縮する傾向が認められた。

一方、発情回帰に及ぼす分娩季節の影響は有意($P<0.01$)であった。春期に分娩した牛の発情回帰日数は平均54.9日と最も長く、秋期分娩牛の平均40.9日に比べ、その差は統計的に有意($P<0.05$)であった。各季節を通じて発情回帰頭数は、分娩後30～39日が23.5～38.3%と最も多かったが、発情回帰に80日以上を要した頭数の比率は、春期分娩牛が23.6%を示し、夏期から冬期の2.7～14.5% に比べて高い傾向が認められた。

2 分娩後の初回発情時授精における受胎率に及ぼす産次、分娩季節および授精開始日数の影響

分娩後初回発情時に授精を開始した、延べ 147頭の受胎までの日数の頭数割合の分布を図2に示した。受胎頭数割合は分娩後40～59

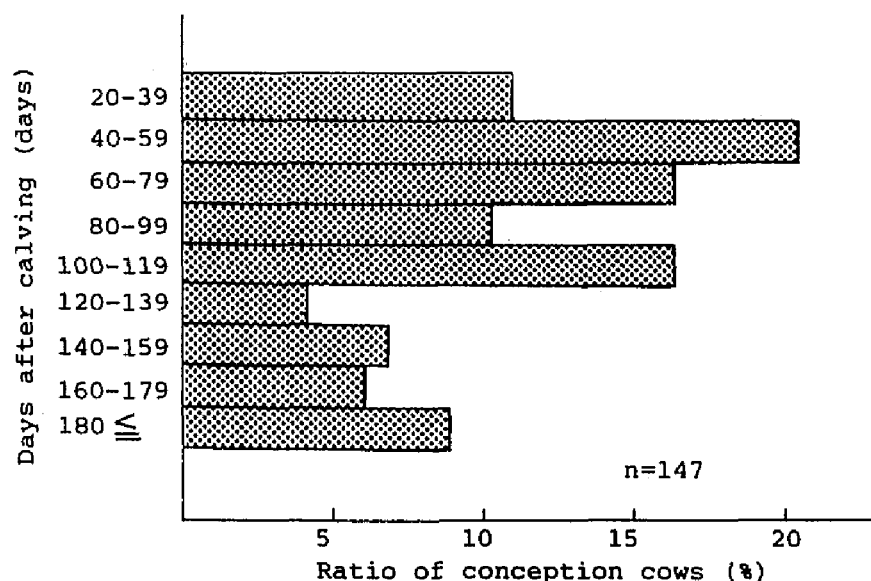


Fig.2. Distribution of the interval from calving to conception in grazing Japanese Black cows

日が21.1%と最も多く、次いで60～79日の16.3%であった。ほぼ1年1産が可能となる100日までには58.5%の牛しか受胎しなかった。受胎までの日数のばらつきは発情回帰日数のばらつきに比べてきわめて大きく、最短28日から最長505日の範囲におよんでいた。

このような分娩後の受胎性に及ぼす産次と季節の影響について表3に示した。空胎日数の全平均は 117.6 ± 8.8 日（最小自乗平均値±標準誤差）であり、受胎に要した授精回数は平均2.5回であった。

各産次間の初回授精受胎率は33.3～40.0%で、とくに差は認められなかったが、3回授精までの受胎率は初産牛で低く（69.7%）、2～5産牛（89.3%）に比べその差は有意となった（ $P < 0.05$ ）。その結果、空胎期間も統計的に有意ではなかったが、初産牛で最も長い傾向を示した。また、表2に示した発情回帰と空胎日数との差を比較すると、初産牛が83.2日、2～5産牛は48.8日、6～10産牛は77.3日となり、初産牛と6～10産牛はほぼ同じ値であった。

分娩季節の影響についても統計的に有意な差は認められなかったが、春期分娩牛の空胎日数は平均135.5日となり、他の季節の分娩牛に比べて平均21.7～32.1日長かった。また、春期分娩牛の初回授精受胎率は、他の季節に比べて10%程度低かった。

分娩後の発情回帰日数と受胎までの授精回数および空胎日数との関係について、図3に示した。分娩後の発情回帰日数と受胎までの授精回数との関係は

$$1/Y = 0.302 + 3.078 \cdot 10^{-3} X \quad (R^2 = 0.37)$$

の回帰式で表された。受胎までの授精回数は分娩後の日数が経過するほど減少する傾向を示し、分娩後28日目では2.6回であったのに対し、141日目では1.4回に減少することが推定された。一方、分娩後

Table 3. Influences of parity and calving season on the conception rate and the interval from calving to conception in grazing cows which inseminated at first postpartum estrus.

	No. of cows	Interval in days from calving to conception (L.s.m. \pm S.E.)	No. of insemination for conception (Mean \pm S.D.)	No. of conception cows at each times insemination		
				1	2	3
Over all means	147	117.6 \pm 8.8	2.5 \pm 2.0	55/147 (37.4)	34/92 (60.5)	33/58 (83.0)
Parity						
1	33	134.6 \pm 13.2	3.2 \pm 2.8	11/ 33 (33.3)	5/22 (48.5)	7/17 (69.7) ^a
2 - 5	84	99.5 \pm 8.5	2.2 \pm 1.4	32/ 84 (38.1)	22/52 (64.3)	21/30 (89.3) ^b
6 - 10	30	119.3 \pm 14.6	2.4 \pm 1.8	12/ 30 (40.0)	7/23 (63.3)	5/11 (80.0)
calving season						
Spring	14	135.5 \pm 24.8	3.2 \pm 1.9	4/ 14 (28.6)	3/10 (50.0)	4/ 7 (78.6)
Summer	46	107.3 \pm 11.0	2.8 \pm 2.3	17/ 46 (37.0)	9/29 (56.5)	12/20 (82.6)
Autumn	54	113.6 \pm 10.9	2.1 \pm 1.5	21/ 54 (38.9)	14/33 (64.8)	11/19 (85.2)
Winter	33	103.2 \pm 14.0	2.7 \pm 2.2	13/ 33 (39.4)	8/20 (63.6)	6/12 (81.8)

Parentheses indicate the cumulative conception ratio. a and b: $p < 0.05$

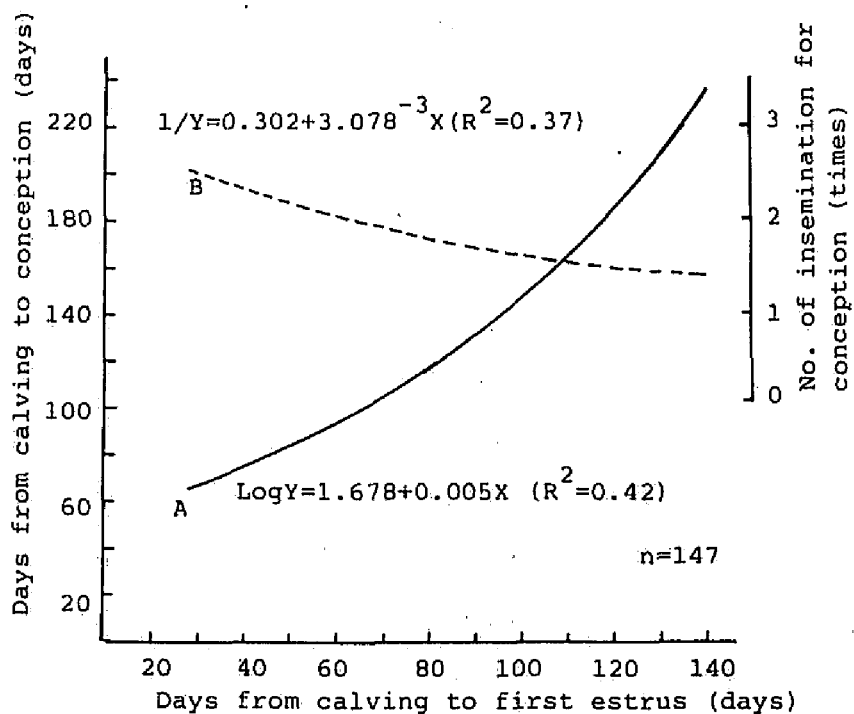


Fig.3. Regression curves indicate the relationships between the days required from calving to conception and the number of insemination for conception.

A:days from calving to conception, B:number of insemination for conception.

の発情回帰日数と空胎日数は

$$\text{Log}Y=1.678+0.005X \quad (R^2=0.42)$$

の式で表される関係にあり、分娩後28日目で授精した牛の空胎日数は65.8日であるのに対して、141日目での空胎日数は241.5日と大幅に増加した。なお、受胎までの授精回数や空胎日数は個体による変動が大きく、これらの回帰式の寄与率は若干低かった。

III 考 察

分娩後の発情回帰日数は乳用牛で平均31.0～71.0日、肉用牛では平均38.9～91.6日とされており、肉用牛は乳用牛に比較して長い傾向にあり、しかもそれぞれにかなり大きい変動のあることが報告されている^{5, 18, 38, 73, 126})。わが国における肉用牛の放牧飼養条件下での発情回帰日数は平均38.9～63.5日で、分娩後21～42日の発情回帰を示すのが最も多いと報告されている^{38, 61, 83, 126})。本試験における発情回帰の平均は48.0日であり、今までの成績と類似していた。しかし、そのばらつきは非常に大きく、受胎までの授精回数を平均2回とすると1年1産が可能となる60日目までに発情回帰したのは77.4%に過ぎなかった。

初産牛の分娩後発情回帰までの日数は経産牛に比べて長い傾向が認められた。若齢牛あるいは産次の低い牛における分娩後の発情回帰は、高齢牛あるいは産次の高い牛のそれに比較して遅れることが報告されており¹⁴²)、とくに初産牛では発情回帰までの日数の長いことが示されている^{83, 126})。

本試験における初産牛の発情回帰の遅延が養分量の不足に起因するものか、あるいはホルモン分泌などの生理的条件によるものなのかは明らかにしえなかった。分娩前後の栄養水準と繁殖性について WILTBANK et al.(1964)¹⁴³⁾ および DUNN et al.(1969)²¹⁾ は、分娩前の低エネルギー水準は発情回帰を遅らせ、分娩後の低エネルギー水準は初回発情時の受胎率を低下させると報告している。一方、黒田ら(1979)⁶¹⁾ は若齢牛は栄養不足に敏感であるが、壮齢牛はかなりの低栄養でも適応できるのではないかと推察している。これらの報告から、分娩後の発情回帰には産次や個体の栄養状態が関係していると考えられるが、そのほか血中ホルモンの動態や泌乳量、哺乳期間なども影響を与えるものと推察される。

春期分娩牛の発情回帰までの日数は他季節に比較して1.3~14.0日遅れ、秋期分娩牛で最も早く発情が回帰した。この点については、CARMAN(1955)¹⁸⁾ および BULMAN & LAMING(1978)⁹⁾ も同様な傾向があることを認めている。季節によるこのような差異には、寒冷あるいは暑熱などの気象条件が関与していると考えられるが、放牧牛の場合にはとくに草量との関連から栄養摂取量に差異を生じ、前述のような影響が表れるとする報告⁷⁹⁾ もみられる。一方、PETERS & RILEY(1982)⁹⁸⁾ は分娩前後の栄養条件を同一にしても春期分娩牛の発情回帰が秋期および冬期分娩牛に比べて有意に遅延したことから、発情回帰日数は日長時間の影響を受けるのではないかと報告している。また、HANSEN & HAUSER(1984)³⁶⁾ も人工照明することにより(18明、6暗)同様の結果が得られている。輪換放牧条件下における供試牛の栄養状態を正確に把握することは困難であるが、春期の放牧草地は夏期あるいは秋期に比較して良質な草が豊富であり、放牧地におい

でもその栄養状態は比較的良好であったと考えられた。この点、低エネルギー水準下で発情回帰が遅れるとする WILTBANK et al.(1964)¹⁴³⁾ および DUNN et al.(1969)²¹⁾ の報告とは必ずしも一致していなかった。

初回授精受胎率および3回までの受胎率には産次によって若干の相違が認められ、初産後が低い傾向を示した。発情回帰までの日数と空胎期間の関係をみると、2～5産が良好で安定した成績を示したが、初産牛は発情回帰も遅く受胎までに要する日数も長かった。一方、6～10産牛は発情回帰日数は短かったが、空胎期間が長く受胎性の低下が認められた。ROSENBERG et al.(1977)¹⁰⁴⁾ は、初産牛は経産牛に比べて血中プロジェステロン濃度が低く、そのことが受胎率を低下させる要因の一つとして考えられると述べている。しかし、高産次になると受胎性が低下する原因については明らかでなく、加齢（産次）と性機能との関連からも今後追求する必要があると思われる。

空胎期間は分娩季節によっても影響され、春期分娩牛の初回授精受胎率は他季節に比べて約10%低く、空胎期間も長かった。春期分娩牛は発情回帰までの日数が長く、授精季節が夏期になる場合が多かった。ROSENBERG et al.(1977)¹⁰⁴⁾ および RHODES et al.(1982)¹⁰³⁾ は、夏期の血中プロジェステロン濃度が冬期に比べて有意に低い傾向にあったことから、ステロイドホルモンの代謝パターンが季節的影響、とくに高温感作によって変化し、夏期には冬期より受胎率が低下するのではないかと推察している。

分娩後の授精開始時期と受胎率は、生産性を向上させる上での重要な要因となる。WILTBANK(1970)¹⁴⁴⁾ および BRITT(1975)⁷⁾ は、分

娩後30～60日の受胎率は40～58%であるが、60日以降になると58～74%となることから、分娩後の日数が経過すれば受胎率は向上すると報告している。一方、WHITMORE et al.(1974)¹⁴⁸⁾は分娩後初回発情での受胎率は28～50%であり、受胎率は分娩後の経過日数よりも発情の回数が増加するにつれて向上していくことを示唆している。本試験における分娩後初回発情での受胎率は32.1～42.1%で、WHITMORE et al.(1974)¹⁴⁸⁾が示した範囲にあり、また、回帰式より分娩後の経過日数にともなう受胎率が向上する傾向にあることが明らかとなった。一方、空胎日数は分娩後の発情回帰が遅延し、授精開始が遅れるほど大幅に増加する傾向を示し、1年1産の目安となる分娩後100日までに受胎するには、分娩後65.2日までに授精を開始する必要があることが、回帰式から推定された。これらの点から、分娩後の経過日数にともなう受胎率の向上性だけでは、発情回帰日数の遅れを取り戻し、空胎日数を短縮することはほとんど不可能であると考えられた。WHITMORE et al.(1974)¹⁴⁸⁾は、分娩後30～40日目からの授精開始は50～70日目から授精を開始する場合に比べて、1回授精当たりの受胎率は低いとしても、牛群全体でみると空胎日数の大幅な短縮につながり、経済的にも十分成り立つものであることを指摘している。

以上の結果、受胎性の人為的制御が不可能な現状では、分娩後の早期授精開始とそれを可能にする発情回帰の促進が、群飼養における生産率向上の有力な手段になるものと推察された。

第3節 超音波断層法による分娩後の子宮修復の観察

近年、大家畜用の直腸内に挿入が可能である超音波探触子が開発されたことにより、超音波映像装置による生体内臓器のモニタリングが可能となり、とくに牛では早期妊娠診断に利用されるようになってきた^{101, 129)}。しかし、牛の分娩後の子宮修復過程を超音波断層法によって観察した例は見あたらない。本試験は超音波断層法による牛子宮の映像化部位を決定するとともに、分娩後の子宮修復の進行を超音波断層法により追跡し、直腸検査法と超音波断層法によるそれら計測値の整合性について比較検討した。

I 材料および方法

超音波断層法による子宮の映像化部位について検討するため、黒毛和種経産牛3頭を供試した。まず、探触子を直腸内に挿入し、生体内の左右子宮角の中央部の超音波断層像を観察した。次に、屠殺後摘出した子宮と直腸を37℃の生理的食塩水中に浮遊させた状態で、直腸内に探触子を挿入し、再び断層像を観察した。子宮はその後10%ホルマリン液で固定し、両子宮角断面の各部位の計測に供試した。超音波断層法には、リニア電子走査式超音波診断装置(SSD-2100X、アロカ社)を使用し、5MHzの探触子を用いた。

分娩後の経過日数にともなう子宮修復の進行は、2産から9産次の正常分娩した黒毛和種15頭を供試し、分娩後7～9日目より週に2回定期的に、子宮修復が完了したと判断される日まで、延べ128回測定した。子宮修復の状態は、直腸検査ならびに直腸より端子を

挿入してほぼ妊角中央部の超音波断層像を撮影し、直腸検査の結果と比較検討した。子宮修復は檜垣ら(1950)⁴⁰⁾ およびCASIDA(1968)¹³⁾の方法により、妊角と非妊角の大きさおよび長さがほぼ等しくなり、正常位置に戻った時期を子宮修復が完了したと判断した。

分娩後の子宮修復で分析した項目は直腸検査による妊角の直径および超音波断層法による妊角の直径と断面積である。超音波断層法の分析に際しては、1回の測定に対して4画面の断層像を計測し、その平均値を求めた。直腸検査法による子宮角の直径、超音波断層法による子宮角の直径や断面積の相互関係、および分娩後の経過日数にともなうそれらの計測値の推移については、最大相関関係を示した回帰式を当てはめた。

II 結果および考察

1 超音波断層法による牛子宮の映像化部位について

生体内における牛の子宮角中央部の超音波断層像は写真1に示すように、円あるいは楕円の2本の輪郭線で囲まれた部分として区分することが可能である。摘出した後、生理的食塩水中に浮遊させた状態での子宮の超音波断層像には写真2に示すように3本の輪郭線が認められた。さらに、10%ホルマリン液で固定した子宮角中央部の横断面(写真3)から子宮角、血管層および子宮内膜の直径と断面積を計測し、生体内および摘出した子宮の超音波断層像の各部位について比較検討した。

表4には子宮角横断面全体、血管層および子宮内膜面の直径について、表5にはそれらの断面積について比較した結果を示した。超

Table 4. The comparative cross sectional diameter of uterus measured with uterus itself,ultrasonography in situ and removed uterus which were soaked in the physiological saline

Cows no.	1		2		3		Mean \pm S.D.
Uterine horn	Right	Left	Right	Left	Right	Left	
Uterine horn	3.1*	3.3	2.5	2.2	2.6	2.1	2.6 \pm 0.5
Stratum vasculare	2.3	2.7	2.1	1.8	1.9	1.7	2.1 \pm 0.4
Uterine endometrium	1.5	1.7	1.3	1.0	1.2	0.9	1.3 \pm 0.3

Ultrasonography of removed uterus							
Outer line	3.0	3.7	2.8	2.2	2.8	2.4	2.8 \pm 0.5
Intermediate line	2.2	2.6	2.1	1.9	2.1	1.9	2.1 \pm 0.3
Inner line	1.8	1.6	1.5	1.2	1.1	0.8	1.3 \pm 0.4

Ultrasonography of uterus in situ							
Outer line	2.5	2.7	2.2	1.9	1.9	1.4	2.1 \pm 0.5
Inner line	1.7	1.5	1.6	1.1	1.0	1.1	1.3 \pm 0.3

*:cm

Table 5. The comparative cross sectional area of uterus measured with uterus itself, ultrasonography in situ and removed uterus which were soaked in the physiological saline

Cows no.	1		2		3		Mean \pm S.D.
Uterine horn	Right	Left	Right	Left	Right	Left	
Uterine horn	6.1*	9.5	5.1	4.1	4.7	4.4	5.6 \pm 2.0
Stratum vasculare	4.2	7.4	2.6	2.9	3.1	2.9	3.8 \pm 1.8
Uterine endometrium	1.7	2.9	1.2	0.9	1.2	0.8	1.4 \pm 0.8

Ultrasonography of removed uterus							
Outer line	6.0	10.2	5.2	4.3	4.4	3.9	5.7 \pm 2.4
Intermediate line	4.7	6.4	2.5	2.7	2.4	1.8	3.4 \pm 1.8
Inner line	1.9	3.1	1.4	1.2	1.3	1.0	1.7 \pm 0.8

Ultrasonography of uterus in situ							
Outer line	4.4	6.5	2.4	2.6	3.0	2.6	3.6 \pm 1.6
Inner line	1.6	2.7	1.5	1.1	1.3	1.0	1.5 \pm 0.6

*:cm²

音波断層法による摘出した子宮の外側の輪郭線の直径と断面積は、各個体の計測値およびその平均値ともに、子宮角横断面の値とほぼ一致していた。また、超音波断層法による生体内子宮の外側の輪郭線および摘出子宮の中間輪郭線の直径と断面積は、血管層横断面のそれらの値にほぼ等しかった。生体内および摘出子宮の内側の輪郭線の直径と断面積は内膜横断面の値によく一致していた。

したがって、生体内における牛の子宮の超音波断層像による外側の輪郭線は子宮の血管層を表しており、内側の輪郭線は子宮内膜面に相当していることが示唆された。また、子宮を摘出し、生理的食塩水中に浮遊させた状態での子宮の超音波断層像は子宮角全体の輪郭が識別できたのに対し、生体内の子宮では血管層や子宮内膜の横断面は識別できたが、子宮筋層は識別できず、子宮角全体をとらえることはできなかった。超音波断層法により、生体内の子宮筋層が映像化されにくい原因については明らかにしえなかったが、組織内または子宮周囲の水分含量が影響しているものと推察された。

2 超音波断層法および直腸検査法による分娩後の子宮修復の観察

分娩後の経過日数にともなう子宮の超音波断層像の代表的な変化について、写真4～7に示した。分娩後14日目の子宮内膜腔は大きく拡張し、腔内には多量の悪露が存在していた。子宮小丘も明確に識別でき、子宮は1画面（7x10cm）に納まらないほど拡張した状態にあった（写真4）。21日目になると、子宮修復も進行し子宮小丘を識別することは不可能になってくるが、子宮内膜腔は以前として

拡張しており、悪露も認められる（写真5）。分娩後32日目の子宮修復はかなり進行しており、内膜腔の空洞や悪露はもはや存在せず、血管層を表していると考えられる外側の輪郭線の直径は、約3cmまでに縮小していた（写真6）。40日目になると、妊角（左側）と非妊角の大きさの違いはほとんど認められなくなり、子宮修復がほぼ完了したと判断される状態になった（写真6）。

つぎに、分娩後の経過日数にともなう妊角側中央部の減少過程を直腸検査および超音波断層法によって計測し、それらの相互関係について検討した。なお、超音波断層法による子宮角の直径と断面積は、子宮横断面における血管層の映像化部位と考えられる外側の輪郭線の値から算出した。

超音波断層法による妊角の直径と断面積の関係は図4に示したように

$$Y=0.640+0.538X^2 \quad (R^2=0.93)$$

の2次の回帰式が当てはめられ、断面積は直径が2cmのときに1.7cm²であったのに対し、直径が6cmになると20cm²と、直径が2cmのときに比べて約12倍の断面積になることが推定された。直腸検査による子宮角の直径と超音波断層法による子宮角の直径、断面積との関係は図5に示した。直腸検査および超音波断層法による妊角の直径との関係は

$$Y=0.707+0.518X \quad (r=0.942)$$

の直線回帰式が得られ、相関係数は0.1%水準で有意であった。超音波断層法によって得られた子宮角の直径は直腸検査によって計測した子宮角の直径に比べて小さく、とくに子宮角の直径が大きいときほどその差は大きくなる傾向にあった。また、直腸検査による子

宮角の直径と超音波断層法による子宮角の断面積との関係は、超音波断層法によるそれらの関係と同様に

$$Y=1.875+0.182X^2 \quad (R^2=0.86)$$

の2次の回帰式が得られたが、その寄与率は超音波断層法による子宮角の直径と断面積との関係に比べて、若干低かった。直腸検査では子宮角の直径を厳密に測定することが不可能であり、そのことが断面積との寄与率を低下させる原因になっているものと、推察された。

分娩後の経過日数にともなう直腸検査および超音波断層法による子宮角の直径、断面積推移はいずれも分娩後の経過日数を自然対数変換し、3次までの直交多項式⁸²⁾に当てはめた場合に最大の寄与率が得られた。分娩後の経過日数にともなう子宮角の直径と断面積は以下の式で表された。

直腸検査による子宮角の直径：

$$Y=38.130-16.061\ln X+1.672(\ln X)^2+0.030(\ln X)^3 \quad (R^2=0.93)$$

超音波断層法による子宮角の直径：

$$Y=1.870+8.797\ln X-4.397(\ln X)^2+0.556(\ln X)^3 \quad (R^2=0.92)$$

超音波断層法による子宮角の断面積：

$$Y=65.973-18.762\ln X-2.988(\ln X)^2+0.947(\ln X)^3 \quad (R^2=0.90)$$

図6にはこれらの回帰式による回帰曲線を示した。分娩後10日目から全ての牛の子宮修復が完了した52日目までの、子宮角の直径と断面積の減少割合を比較すると、20日目までに58～68%も減少した。一方、20～30日目の減少割合は23～27%と少なくなり、30日目以降の減少割合は8～18%にすぎなかった。これらの点より、子宮修復は分娩後20日目までは急速に進行するが、その後の子宮修復の進行は

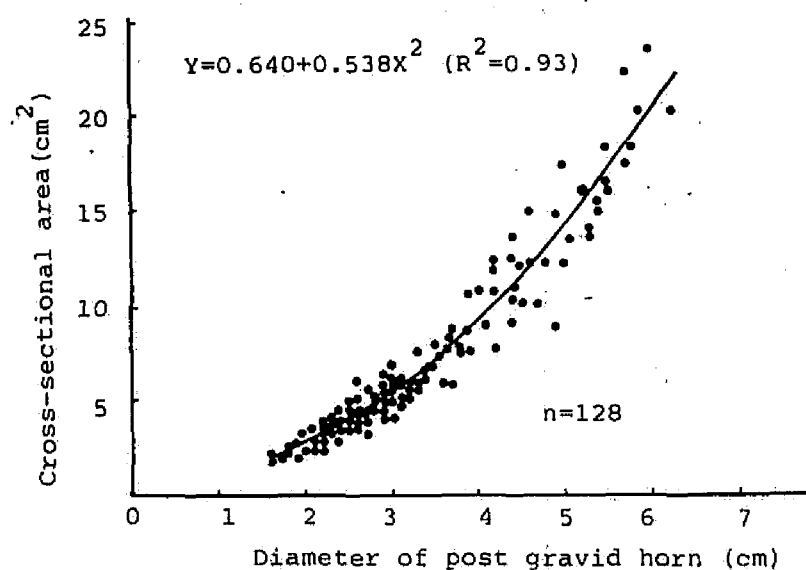


Fig. 4. The relationship between post gravid horn diameter and their cross-sectional area measured by ultrasonography at various postpartum days.

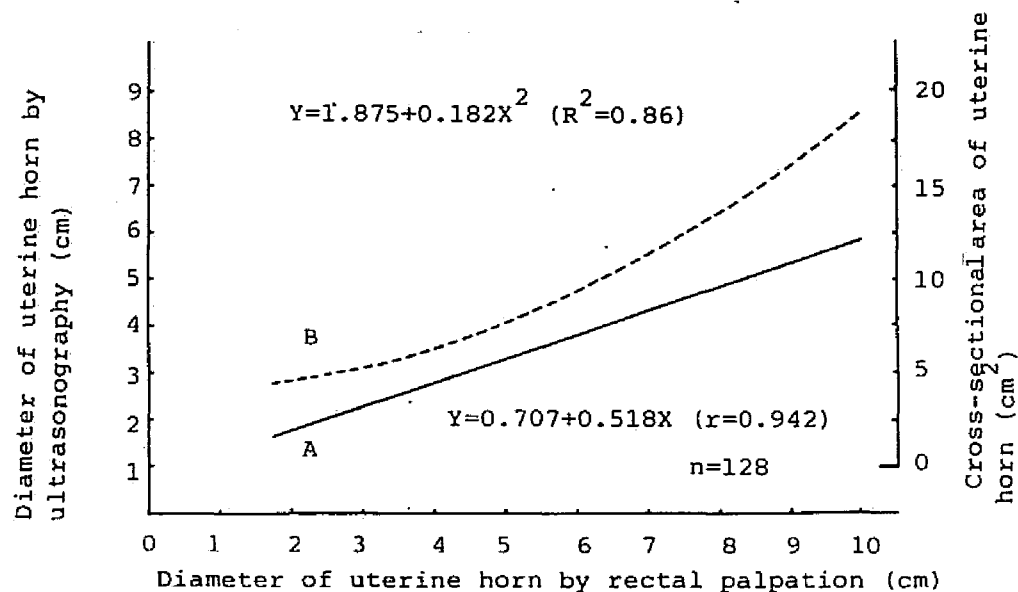


Fig. 5. The relationships between post gravid horn diameter measured by rectal palpation and ultrasonography, and their cross-sectional area measured by ultrasonography at various stage of postpartum days.

A: The relation to the diameter of ultrasonography, B: The relation to the cross-sectional area.

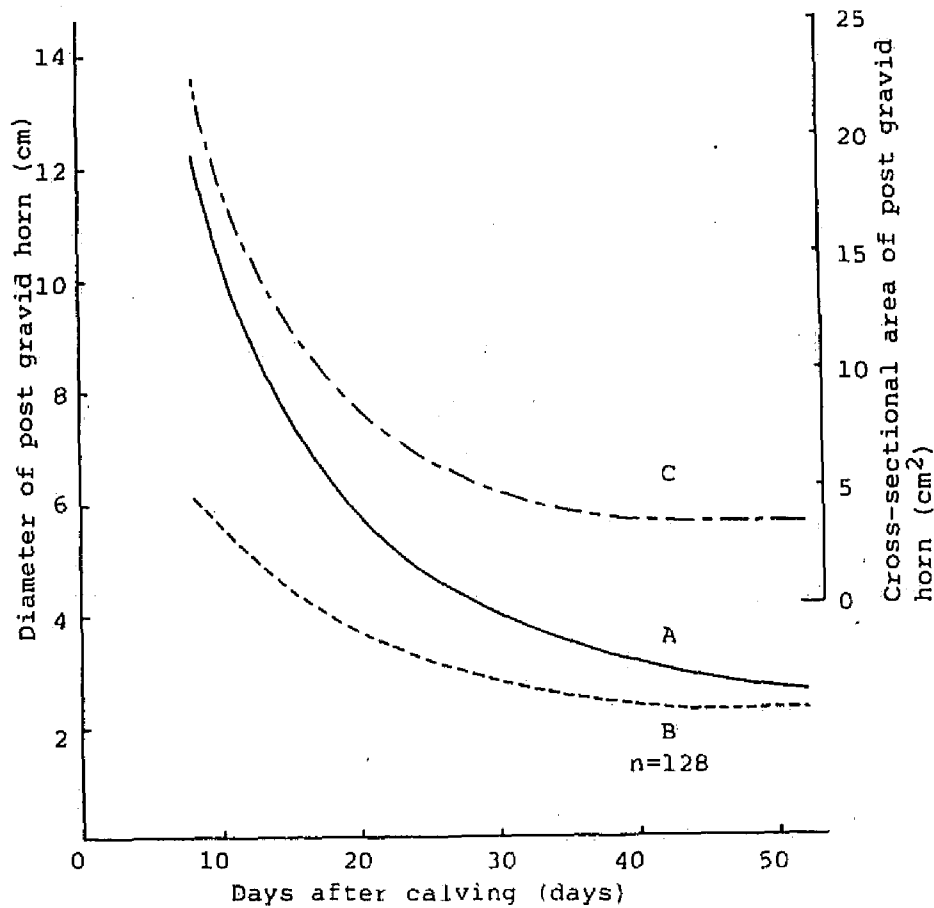


Fig. 6. Regression curves indicate the rate of involution of postpartum uterus with diameter and cross-sectional area of the post gravid horn measured by rectal palpation and ultrasonography. A: Diameter of uterine horn measured by rectal palpation, B: Diameter of uterus by ultrasonography, C: Cross-sectional area of uterus by ultrasonography.

緩慢となることが明らかとなった。

GIER & MARION(1968)²⁹⁾は、屠場材料を用いて分娩後の子宮修復過程を検討した結果、妊角の直径は分娩後1日目には39cmであったものが、5日目で約 1/2に、15日目には約 1/4の大きさにまで急激に減少することを報告している。同一個体を連続して調べた本試験の結果も類似の傾向が認められた。また、直腸検査および超音波断層法による妊角中央部の直径と断面積の修復パターンはいずれも一致した傾向にあるものと考えられた。

分娩後の子宮修復が完了するまでの日数は表6に示したように平均37.8日であった。膣鏡を用いて悪露の排出状態を観察すると、平均16.5日で悪露は認められなくなったが、子宮内膜腔の空洞が認められなくなるまでには平均25.5日を要した。

Table 6. Days required from calving to uterine involution, disappearance of lochia and uterine porous cavity examined by rectal palpation and ultrasonography

	Mean \pm S.D.	Range
Average calving no.	3.6 \pm 2.0	2 - 9
Days required from calving to:		
uterine involution	37.8 \pm 6.7	25 - 52
Disappearance of lochia*	16.5 \pm 1.9	14 - 19
Disappearance of uterine porous cavity	25.5 \pm 5.9	16 - 36

*: Lochia was observed with vaginal speculum and the uterine porous cavity was observed with ultrasonography.

子宮修復までの日数は既往の報告^{8,13,29,40,79,117,126)}とほぼ一致しており、子宮内膜腔の空洞は子宮修復が早いほど消失する時期も早くなる傾向が認められた。菅(1975)¹¹⁷⁾はホルスタイン種において、子宮内膜腔の空洞は子宮修復が完了した後も存在し、子宮修復までの日数が平均29日であったのに対し、子宮内膜腔の空洞が消失した時期は平均44日であったと報告している。一方、本試験の超音波断層像からは、子宮修復完了後も空洞が存在する例は認められず、子宮修復が完了する6～22日前に空洞は消失した。

以上の結果、超音波断層法により、分娩後の子宮修復の状態は詳細に観察することが可能であり、子宮修復の程度と授精開始時期の決定などにも、有効に利用できるものと推察される。

第4節 分娩後の卵巣機能および子宮修復に及ぼす産次の影響

前節では分娩後の発情回帰や受胎性に及ぼす産次、分娩季節の影響や子宮修復過程について明らかにしてきた。一方、肉用牛の生涯子牛生産頭数は平均5頭⁹³⁾であり、繁殖可能年齢^{26,150,151)}からみて、その耐用年数は短い傾向にある。連産性を維持し、生涯生産性を向上させるためにも、産次の推移にともなう繁殖性の違いを詳細にすることは必要と考えられる。

本試験は、放牧飼養の黒毛和種を用いて、分娩後の卵巣機能回復や子宮修復に及ぼす産次の影響をさらに明らかにする目的で行った。

I 材料および方法

農林水産省中国農業試験場畜産部で群飼養した、初産から10産までの正常分娩した黒毛和種41頭を用いた。各産次別の供試頭数は初産11頭、2産10頭、3～6産各3頭、7産1頭、8産2頭、9産4頭および10産1頭である。産次間の比較は初産、2産、3～5産および6～10産の4区分について行った。

供試牛の飼養方法は夏山冬里方式により行い、育成牛は約18か月齢より放牧を開始した。産子は6か月齢で離乳した。

子宮修復の進行は分娩後6～7日目より、週に2回定期的に子宮修復が完了するまで直腸検査を行い調査した。各産次群ごとの分娩後の経過日数にともなう妊角幅の推移は、各産次群内の全牛の子宮修復が完了したと判断された日までの経過日数を自然対数に変換した後、3次の直交多項式を当てはめた。

卵巣の状態は直腸検査により調べ、排卵が予想される前後は連日直腸検査を行い、排卵日を確定した。発情観察は朝夕の1日2回行い、明確な発情徴候を示した牛を発情と判断した。授精は分娩後初回発情より実施した。なお、分娩後400日以上経過しても不受胎であった6～10産の供試牛の内3頭は、受胎率および授精回数の算出に際しては除外した。

体重は分娩後24時間以内（分娩直後体重）とその後2週間間隔で2日間9時に測定した。

Ⅱ 結 果

1 分娩後の体重推移

各産次群の分娩直後および10週までの平均体重の推移を図7に示

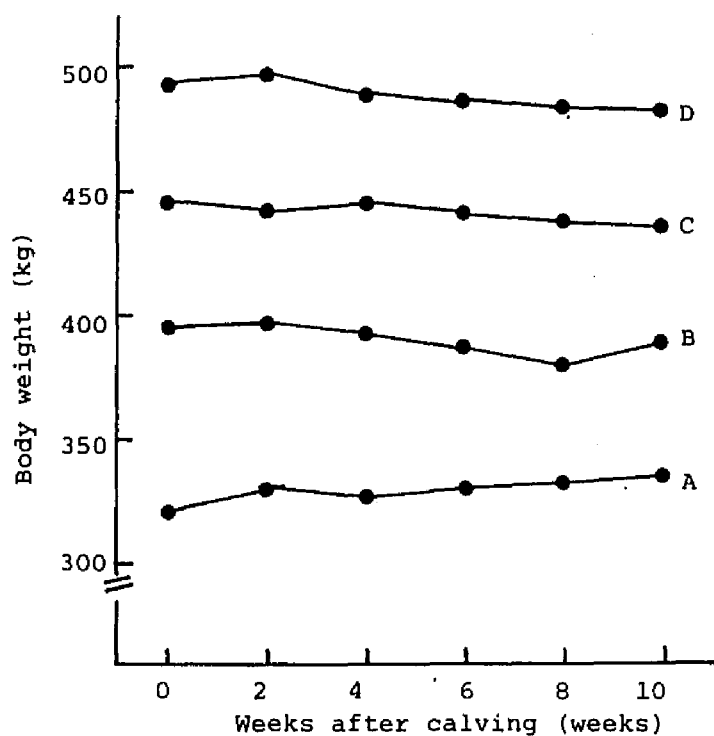


Fig.7. Average body weight changes during 10 weeks after calving at each calving number group.
A:1st, B: 2nd, C:3rd to 5th, D:6th to 10th.

した。分娩直後の体重は初産群で平均 321kgと最も軽く、産次が増加するにともない重くなる傾向が認められた。分娩後の体重の推移は、初産牛では緩やかな増加傾向を示し、10週目では分娩直後体重に比べて平均8.6kg増加した。一方、2産以上の産次群では多少の変動が認められるものの、10週目までほぼ分娩直後の体重で推移した。

2 分娩後の子宮修復

子宮修復が完了するまでの日数は表7に示した。産次が増加するにともない、子宮修復が完了するまでの日数は長くなる傾向を示し、6～10産群では他の産次群に比べその差は有意であった。また、各産次群ともに、妊角の幅が非妊角と同程度になる日数に比べ、その

Table 7. Influence of parity for uterine involution and formula showing involutionary progress of post gravid horn diameter estimated from orthogonal polynomials in beef cows

Calving no.	No. of cows	Days required for uterine involution (Mean \pm S.D.)	Y = $b_0 + b_1 \ln X + b_2 (\ln X)^2 + b_3 (\ln X)^3$				Coefficient of determination
			b_0	b_1	b_2	b_3	
1	11	31.8 \pm 4.5 (23 - 37) ^a	-23.40	47.32	-20.40	2.58	0.99
2	10	35.4 \pm 6.3 (26 - 45) ^a	-3.54	26.30	-12.74	1.66	0.97
3 - 5	9	36.6 \pm 5.5 (28 - 45) ^a	-0.20	20.18	-9.50	1.16	0.95
6 - 10	11	44.7 \pm 3.1 (40 - 48) ^b	-49.06	71.16	-26.16	2.94	0.96

Parentheses indicated the range. a and b: $p < 0.01$. $\ln X$ shows transformation of postpartum days into natural logarithm.

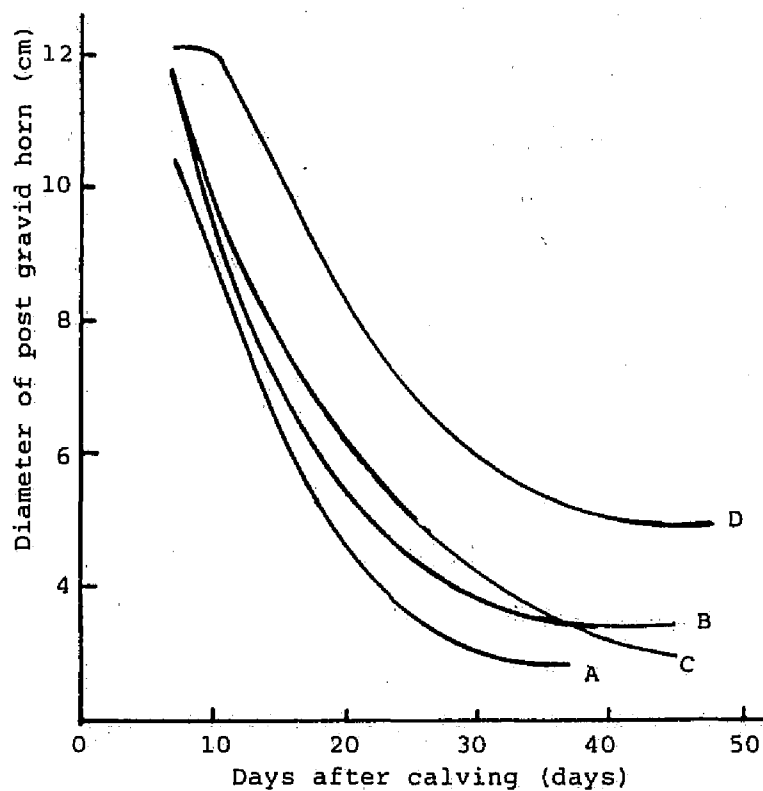


Fig. 8. Regression curves indicate the ratio of involution of post gravid horn diameter at each calving number group.
Calving number group: A=1st, B=2nd, C=3rd to 5th, D=6th to 10th.

長さがほぼ等しくなるのに3～5日程度多くの日数を必要とした。

次に、子宮修復の進行を示す一つの指標としての、妊角幅の大きさの変化は、3次までの直交多項式の当てはめ、その寄与率は96～99%であった。表7に各産次群の回帰式とその寄与率、図8にはその回帰式による回帰曲線を示した。分娩後7～10日目までの1日当たり減少数は、初産、2産、3～5産および6～10産群で各々0.5, 0.6, 0.5および0.01cmとなり、6～10産群は他の産次群に比べてとくに小さい傾向を示していた。一方、10～20日目までの1日当たり減少数は各産次群ともに0.3～0.4cmの範囲となり、その差はわずかであった。また、6～10産群において子宮修復完了時点での妊角幅の値は5cmとなり、他産次群の3～3.6cmに比べて、その値は大きかった。

3 分娩後の卵巣機能回復

表8に示すように、初産群における初回、2回目排卵および発情回帰までの日数は、他産次群に比べてとくに長い傾向を示した。一方、初回から2回目排卵および2回から3回目排卵までの排卵間隔日数は、産次群による違いが認められなかった。全供試牛の初回から2回目排卵および2回目から3回目排卵間隔日数の分布を図9に示した。初回から2回目排卵間隔日数は5～22日の範囲にほぼ均等に分布しており、その平均日数は 13.0 ± 4.6 日であった。2回目から3回目排卵間隔日数は20～21日が78.6%を占めており、その平均日数は 21.7 ± 2.4 日であった。初回から2回目排卵および2回目から3回目排卵間隔日数の分布には明らかな違いが認められた($P < 0.01$)。また、各排卵時の発情発現割合は、各産次群ともに初回排卵時には11.1～20.0%と低かったが、2回目排卵以降は81.8～100%の牛

Table 8. The relationships between several reproductive function and calving number

Calving no.	1	2	3 - 5	6 - 10
No. of cows	11	10	9	11
Postpartum interval in days to:				
1st ovulation	83.8 ± 43.0 ^a	60.2 ± 44.3	29.3 ± 9.1 ^b	33.8 ± 15.7 ^b
2nd ovulation	98.4 ± 40.3 ^a	71.3 ± 43.0	41.9 ± 10.5 ^b	46.0 ± 18.5 ^b
1st estrus	102.3 ± 43.6 ^a	69.9 ± 43.3	42.2 ± 16.9 ^b	41.7 ± 20.6 ^b
Interval in days from:				
1st to 2nd ovulation*	14.6 ± 4.0	11.2 ± 4.5	12.6 ± 4.3	12.2 ± 5.8
2nd to 3rd ovulation	21.4 ± 0.5	24.0 ± 4.6	21.3 ± 2.3	21.3 ± 1.5
Percentage of cows exhibiting 1st estrus at:				
1st ovulation	18.2	20.0	11.1	18.2
2nd ovulation	81.8	100.0	88.9	90.9
3rd ovulation	100.0	100.0	100.0	100.0

Mean ± S.D., a and b: $P < 0.01$, *: Significance ($P < 0.01$) was observed between 2nd to 3rd ovulation in each calving number group.

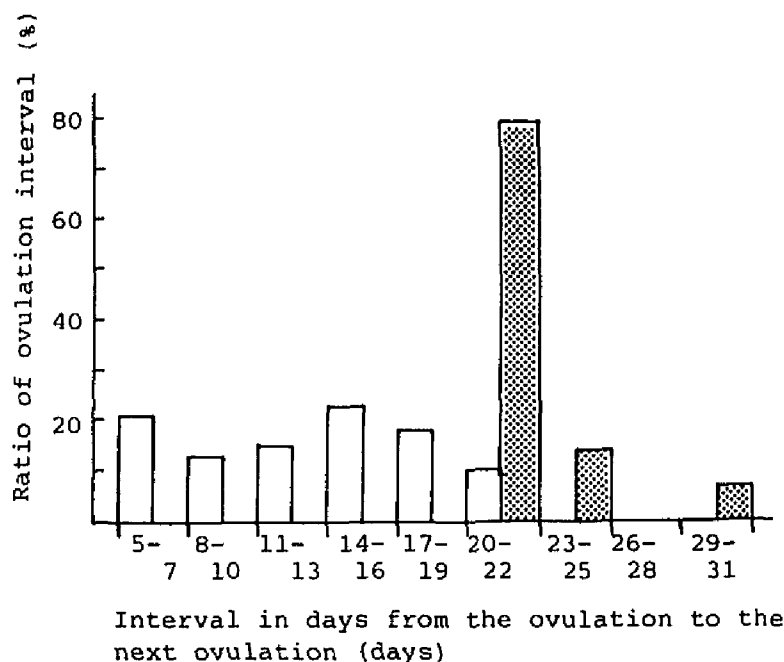


Fig. 9. Comparison of the distribution of the interval from first to second ovulation and from second to third ovulation in Japanese Black cows.

□ = first to second ovulation, n=39.

▨ = second to third ovulation, n=14

が発情徴候を示した。

4 分娩後の受胎性

受胎までの日数に及ぼす産次の影響を表9に示した。3回授精までの受胎率は6～10産次群で50%と最も低く、初産および2産次群に比べその割合は有意に低かった。受胎までの平均授精回数もとくに6～10産次群で多い傾向を示した。平均空胎日数は2産および3～5産次群ではほぼ同程度の値であったが、初産および6～10産次群ではそれらの値に比べて、約2倍以上の日数を必要とした。また、発情徴候、成熟卵胞の大きさおよび排卵、子宮頸管粘液の量および色調は各産次群の供試牛でとくに差異は認められなかった。また、

Table 9. Influence of parity for conception rate and interval from calving to conception

Calving no.	No. of cows	Interval in days from calving to conception (Mean \pm S.D.)	No. of insemination for conception (Mean \pm S.D.)	No. of conception cows at each times insemination		
				1	2	3
1	11	150.7 \pm 79.0 ^a	1.7 \pm 1.1	7(63.6)	1(72.7)	2(90.0)
2	10	78.6 \pm 42.1 ^a	1.6 \pm 0.7	5(50.0)	4(90.0)	1(100.0)
3 - 5	9	85.3 \pm 64.0 ^a	2.2 \pm 1.1	4(44.4)	2(66.7)	1(77.8)
6 - 10	8	178.8 \pm 113.7 ^b	4.3 \pm 2.8	2(25.0)	0(25.0)	2(50.0)

a and b: $P < 0.05$, Parentheses indicate the cumulative conception ratio.

全供試牛の中で初回排卵時に発情徴候を示し、授精した8頭中受胎したのは1頭に過ぎなかった。

III 考 察

牛における分娩後の子宮修復までの日数は平均27～47日の範囲が報告^{8, 28, 40, 126)}されており、本試験における全供試牛の所要日数は、ほぼこれらの範囲と一致していた。また、子宮修復までの平均所要日数は産次が増加するにともない、長くなる傾向が認められた。橋爪ら(1983)³⁷⁾は産次間による日数の違いは認められなかったと報告しているが、MARION et al.(1968)⁷⁰⁾および高橋ら(1979)¹²⁶⁾

は、初産牛は経産牛に比べて子宮修復までの日数は短いことを示唆しており、本試験の結果もこれらの報告^{70, 126)}と類似の傾向にあった。次に、このような産次群の間の子宮修復日数の違いを明らかにする目的で、分娩後の経過日数にともなう妊角幅の変化を直交多項式に当てはめて分析した。その結果、6～10産次群において子宮修復完了までの日数が増大する1つの原因として、分娩後10日目までの妊角幅の減少が、他産次群に比べてとくに緩慢であることが影響しているものと推察された。妊角の長さについては正確に測定できなかったが、子宮角の幅の修復に比べて各産次群ともに若干遅れる傾向を示した。

各産次群ともに分娩後初回から2回目排卵までの日数は、2回から3回目排卵までの日数に比べて短かった。また、初回排卵時の発情発現割合は2、3回目排卵時に比べて低かった。分娩後の初回排卵の多くが無発情排卵であり、初回排卵後に形成される黄体の多く

が機能的に不完全であり、存続期間も短い点については他にも多くの報告^{5, 13, 79, 87, 122, 128)}がある。この理由については不明の部分も多いが、RAMIREZ-GODINEZ et.al(1982)⁹⁹⁾は各排卵前の黄体形成ホルモン濃度の相違によるものではなく、初回排卵前の卵胞刺激ホルモン濃度が2回目排卵前のその濃度に比べて低いことによるものと推察している。

分娩後の発情回帰までの日数は3～5産次群で最も短く、次が6～10産次群であり、初産次群では子宮修復までの日数とは逆に最も遅れる傾向を示した。分娩後の発情回帰までの日数は分娩前後の栄養状態、とくに分娩後の低栄養状態で長くなることが報告^{21, 143)}されている。本試験では分娩後の栄養状態を示すと考えられる分娩後の体重推移が、発育途上にある⁴⁷⁾初産牛では緩やかな増加傾向を示し、2産以上の産次群ではほぼ分娩直後の体重が維持されたことより、分娩後の栄養状態は適切に保たれていたと推察された。初産牛で発情回帰が遅れる傾向についていくつかの報告^{98, 126, 142)}があるが、PETER & RILEY (1982)⁹⁸⁾は分娩直後の母牛の体重が軽いほど発情回帰が遅れることを示唆している。また、育成期を低栄養で飼養し、発育が停滞すると分娩後適正な栄養状態に戻しても、発情回帰は正常な発育牛に比べて遅れる傾向にある¹²¹⁾。本試験で供試した初産牛の分娩後体重はすべて400kg未満であり、放牧牛としてもその発育は劣っていた。そのことが、初産牛で発情回帰が大幅に遅れた原因とも考えられた。

分娩後の初回授精受胎率は6～10産次群で最も低く、3回授精までの受胎率も他産次群に比べて有意に低かった。平均空胎日数は初産および6～10産次群では、2産および3～5産次群に比べ65.5～

100.2 日多かったが、初産次群は分娩後の発情回帰が遅れたために、一方、6～10産次群では不受胎牛が増加したためであった。初産牛で受胎性の低下が認められなかったことは、前節の結果と必ずしも一致していなかった。岡野ら(1984)⁹³⁾は、初産牛においても繁殖障害などにより淘汰されるのも少なくないと述べており、飼養管理や牛の状態などにより受胎性も影響を受けるものと考えられた。一方、6～10産牛で受胎性が低下することは前節の結果と一致しており、岡野ら(1984)⁹³⁾も5産次までに51%、8産次までに83%の牛が繁殖障害などによる受胎性の低下により、淘汰されていることを報告している。ERICKSON et al.(1976)²⁶⁾および山内(1978)¹⁵⁰⁾が指摘しているように、年齢や産次の増加にともなう受胎能の低下は明らかであるが、本試験の6～10産次における成熟卵胞の大きさ、排卵および発情徴候などはほぼ正常と判断された。このことから、受胎性の低下は加齢にともなう卵巣機能の低下^{25, 26, 151)}によるものよりも、6～10産次程度の産次における受胎性の低下は、子宮修復の遅延、または加齢にともなう輸卵管あるいは子宮内環境の機能低下^{25, 72, 151)}によって引き起こされている影響の方が、大きいものと推察された。これらの結果から、放牧飼養において、子宮修復、卵巣機能および受胎性の点から判断すると、2～5産牛においてはこれらは比較的良好で繁殖効率も安定しているが、初産牛においては分娩後発情回帰日数の長期化、6～10産牛では受胎性の低下が繁殖効率を低下させる大きな要因となっていることが示唆された。

第5節 牛子宮内膜の細胞増殖の性周期にともなう変化および 性ステロイドホルモン投与の影響

(1) 性周期にともなう子宮内膜の細胞増殖

牛の胚は子宮内で早期に死滅するものが比較的多く、この主な原因が子宮内環境の不備に起因しているであろうと推察^{19, 127)}されている。胎盤が完成するまでの期間、胚および胎子の生存にとって組織栄養は重要な供給源であり、組織栄養は内膜組織から産生された物質と内膜組織の崩壊に由来する物質とから成り立っている¹⁴⁹⁾。組織栄養が十分に供給されるためには子宮内膜表面上皮が増殖し、その細胞内に栄養物が十分に含まれている必要がある^{116, 148)}。しかし、牛における子宮内膜増殖の時期については、ほとんど知られていない。

本試験は、性周期にともなう牛の子宮内膜の増殖時期を知る目的で、子宮内膜の核酸合成能の消長をオートラジオグラフィーによって調べた。

I 材料および方法

1 ラット子宮内膜における³H-6-thymidine のin vivo、 in vitro における取り込みの比較

Wistar系成熟雌ラット、体重200gを背部より両側卵巢摘出を行い、その後16日間経過したものをを用いた。17日目に50%エチルアルコール・オリーブ油に溶解したEstradiol-17 β を10 μ g筋肉内に投与した。

in vivo法における子宮内膜の ^3H -6-thymidineの取り込みは、Estradiol-17 β 投与24時間後に ^3H -6-thymidineを1 $\mu\text{Ci/g}$ 体重を腹腔内に投与し、2時間後に子宮を摘出して、2~3mmに細切後、直ちにラウドウスキー氏液（50%エチルアルコール 80ml,ホルマリン 20ml,氷酢酸1ml）で固定した。in vitroにおける取り込みの方法は、森山ら（1969）^{7,8)}の方法に準じて行った。即ち、in vivo法と同じくEstradiol-17 β 投与24時間後に子宮を摘出し、2~3mmに細切後、氷冷Hanks緩衝液（PH.7.4）中に投入した。10~30分後、 ^3H -6-thymidine 4 $\mu\text{Ci}/10\mu\text{l}$ salainを含む、10%牛胎子血清加Trowell T8培養液（PH.7.4）2mlを37℃2時間振とう培養した。Hanks緩衝液およびTrowell T8培養液には結晶ペニシリンGカリウム100IU/mlおよび硫酸ストレプトマイシン50 $\mu\text{g/ml}$ の割合で添加した。その後、多量の氷冷リン酸緩衝液（PH.7.4）で3回静かに洗浄し、ラウドウスキー氏液で固定した。

2 性周期中の牛子宮内膜の ^3H -6-thymidine の取り込み

ホルスタイン種経産牛34頭を供試した。子宮は屠殺後30分以内に摘出し、子宮角を切開後、約2~3mmに細切した子宮内膜小丘間領域の小片3個を採取して供試材料とした。子宮内膜の ^3H -6-thymidineの取り込みは、ラットにおけるin vitro法に従って実施した。

性周期はZEMJANIS(1970)^{15,2)}の方法に従い、卵巢の状態に基づいて、発情期、排卵後期、黄体初期、黄体中期、黄体末期および発情前期に6区分した。

3 オートラジオグラムの作製方法

ラウドウスキー氏液で24時間固定した子宮を一夜水洗後、常法によりパラフィン包埋し、5 μm の組織切片を作製した。オートラジオ

オグラムの作製は山田・武田(1971)¹⁴⁶⁾の方法に準じて行った。脱パラフィンした組織切片は、蒸留水で2倍に希釈したオートラジオグラム用写真乳剤(SAKURA-NRM2, 小西六写真工業)を用い、45℃の恒温槽内でデッピングを行った。約4℃の冷暗室にて4週間露出させた後、現像および定着を行い、ヘマトキシリン・エオジン重染色を施し鏡検に供した。

標識指数の算定は森山ら(1969)⁷⁸⁾の方法に従い、子宮内膜表面上皮、子宮腺および間質組織のそれぞれ1000個の細胞中に占める標識された細胞数の割合(百分率)で表した。なお、細胞核上の銀粒子の数が10個以下のものはバックグラウンドレベルとみなし、標識細胞には加えなかった。

II 結果および考察

1 ラット子宮内膜の核酸合成におけるin vivo法とin vitro法の比較

Estradiol-17 β はその標的臓器である子宮に作用し、子宮内膜の核酸合成能を刺激し、活発な細胞分裂を促進させることが知られている^{4, 24, 71, 78)}。そこで、卵巣摘出ラットを用い、Estradiol-17 β を10 μ g投与後、24時間目における³H-6-thymidineの核酸への取り込み能をin vivo, in vitroの両方法によって測定し、比較検討を行った。結果は表10に示すように、両方法で測定した場合でも、子宮内膜表面上皮の核酸合成能が最も高く、標識指数の値はほぼ同じであった。間質組織および子宮腺上皮の標識指数はともに低値であった。in vivo, in vitro 両者の標識指数には統計的に有意な差が認

Table 10. The comparison of in vivo and in vitro methods after estradiol-17 β 10 μ g injection on synthesis of DNA in the uterine endometrium of ovariectomized rat

Method of treatments	No. of rats examined	Labeling index (%)		
		Surface epithelium	Stroma	Glandular epithelium
in vivo	6	13.9 \pm 3.34	0.7 \pm 0.42	0.6 \pm 0.88
in vitro	6	11.9 \pm 2.36	0.3 \pm 0.39	0.7 \pm 0.07

Values are mean \pm S.D.

められず、ほぼ一致した結果が得られた。牛の子宮内膜の核酸合成能を生体内投与による ^3H -6-thymidineの取り込みによって調べることは、事実上不可能であるので、子宮のインキュベーションによる ^3H -6-thymidineの取り込みを確立する必要がある。in vitroの実験結果については、標識の様式、標識範囲の限定などを考慮すると、in vivoの実験結果を十分に反映すると報告^{58, 78)}されている。本試験においても、Estradiol-17 β 投与ラットの子宮内膜の標識細胞指数は両者でほぼ同じであったことから、子宮のインキュベーションによるin vitroの結果から、in vivoにおける核酸合成能を類推してもよいと考えられた。

2 性周期にともなう牛子宮内膜の核酸合成能の変化

子宮内膜表面上皮、子宮腺上皮および間質組織における核酸の標識指数の結果は表11に示した。

子宮内膜表面上皮における標識指数は発情前期および発情期にそれぞれ0.5%、1.0%とわずかに増加を示した後、排卵後2～3日目の排卵後期には8.5%と著しい増加を示した。排卵後期における子宮内膜表面上皮の標識細胞を写真8に示した。一方、写真9にも示すように、排卵後期以降の黄体中期および黄体末期の核酸合成の標識細胞は認められなかった。核酸前駆物質である ^3H -6-thymidineを取り込み、子宮内膜で標識された細胞がすべて細胞分裂するとは限らないが、細胞分裂指数と核酸合成能の標識指数はほぼ一致した関係にあるとされている^{17, 78, 138)}。WEBER et al.(1948)¹³⁸⁾は発情前期に牛の子宮内膜表面上皮細胞は変性して、排卵後期には分離脱落し消失するが、活発な細胞分裂によって新生し、すみやかに表面上皮が被覆されると報告している。また、ZIETZSCHMANN & KROLI

Table 11. Changes of labeling index on DNA synthesis in the uterine endometrium of the cow during the estrous cycle

Estrous cycle	No. of cows	Labeling index (%)		
		Surface epithelium	Glandular epithelium	Stroma
Estrus (1 day)	5	1.0 \pm 0.96	0.2 \pm 0.28	1.3 \pm 1.21
Postovulation stage (2-3 days after ovulation)	5	8.5 \pm 1.64	1.5 \pm 1.01	1.0 \pm 0.75
Early luteal stage (4-6 days)	15	0.1 \pm 0.31	0	0.2 \pm 0.63
Mid luteal stage (7-17 days)	3	0	0	0
Late luteal stage (18-20 days)	3	0	0	0.3 \pm 0.47
Proestrus (20- days)	3	0.5 \pm 0.66	0	0

Values are mean \pm S.D.

Ng(1955)¹⁵³⁾ は発情前期から排卵後期の間、とくに排卵後期に活発な細胞分裂が認められることを示唆している。本試験における標識指数もこれらの報告と一致した傾向が認められた。

子宮腺上皮における核酸合成が認められる時期は、子宮内膜表面上皮にみられた時期とほぼ一致していたが、その標識指数は最も高い排卵後期においても1.5% であり、子宮内膜表面上皮に比べて低かった。子宮腺上皮における標識指数が低い値であるのは、細胞周期が長いため、2時間のインキュベーション時間では相対的に標識される細胞が少なくなったことによる¹⁷⁾ のか、または妊娠3~4か月目において活発な細胞分裂が観察される¹⁴⁹⁾ ことから、核酸合成促進の機構が表面上皮細胞と相違するためと推察された。

間質組織の核酸合成時期は発情期および排卵後期に認められ、子宮内膜表面上皮と子宮腺上皮に認められた時期と一致していた。しかし、標識細胞指数の値は発情期に1.3%、排卵後期においても1.0%とほぼ等しく、排卵後期に高くならなかった点が子宮内膜表面上皮および子宮腺上皮と異なっていた。

牛の受精卵は授精してから4日目前後に子宮に下降すると報告されている¹⁹⁾。本試験において、胚が生存し発育するための主要な栄養源となっている子宮内膜表面上皮の核酸合成の標識細胞数が、排卵後2~3日目の短期間に著しく増加したことは、子宮の妊娠準備体勢の解明に関して基礎的知見を与えるものと推察された。

(2) 性ステロイドホルモン投与による子宮内膜の増殖

牛子宮内膜の核酸合成は性周期にともなって変化することを明ら

かにした。性周期にともなう子宮内膜の核酸合成や細胞増殖は性ステロイドホルモンによって支配されていることが報告されている。しかしながら、牛子宮内膜の核酸合成に及ぼす性ステロイドホルモンの影響については知られていない。本試験は牛子宮内膜の核酸合成に及ぼすEstradiol-17 β とProgesterone投与の影響について検討した。

I 材料および方法

ホルスタイン種、黒毛和種および日本短角種の未経産牛、合計17頭を供試した。供試牛は両側の卵巣を摘出後30日間経過してから、Estradiol-17 β およびProgesteroneのホルモン投与を開始した。Estradiol-17 β およびProgesterone投与の各種組合せについては、表12に示すような6試験区を設定した。Estradiol-17 β 、ProgesteroneおよびEstradiol-17 β とProgesteroneの混合は50%エチルアルコール・オリーブ油に溶解し、1回の投与量が3mlになるようにその濃度を調整した。試験区1は対照区として50%エチルアルコール・オリーブ油を3ml筋肉内投与した。試験区2はEstradiol-17 β 2mgを1回投与した。試験区の3～6はEstradiol-17 β 1mg、Progesteroneを100～300mgおよびEstradiol-17 β 0.5mgとProgesterone 150mgの混合物を1日2回、9時と21時に投与した。

摘出した子宮の³H-6-thymidineの取り込みは、ラットにおけるin vitroの方法を用い、オートラジオグラムの作製、標識指数の算定も同様の方法に従った。

II 結果および考察

Estradiol-17 β およびProgesterone投与後の子宮内膜表面上皮、子宮腺上皮および間質組織細胞の標識指数は表13に示した。対照区における標識細胞は全く認められなかった。

子宮内膜表面上皮の標識指数は、試験区2のEstradiol-17 β 単独投与で平均4.8%であったが、試験区3においてEstradiol-17 β を2日間、Progesteroneを2日間投与すると、標識指数は8.0%にまで増加した。さらに、試験区4においてはEstradiol-17 β 、Estradiol-17 β とProgesteroneを投与後Progesteroneを追加投与したところ、標識指数は13.5%にまで増加し、6試験区の中では最も高い値となった(写真10)。試験区5および6の標識指数は、Estradiol-17 β 単独投与の試験区2の値とほぼ同じ程度であった。

マウスやラットにおける子宮内膜表面上皮の核酸合成能は、Estradiol-17 β の単独投与によって著しく促進されるが、Estradiol-17 β 投与の前後にProgesteroneまたはEstradiol-17 β とProgesteroneを投与すると、核酸合成能は完全に阻止されることが報告^{15, 24, 58, 71, 125)} されている。一方、家兎においてはマウスやラットと異なり、Estradiol-17 β の単独投与では若干の核酸合成能が認められるにすぎないが、Estradiol-17 β 投与後Progesteroneを追加投与することにより、明らかに核酸合成能が促進されることが示唆されている⁶⁶⁾。牛における本試験の結果は、家兎における成績と類似した傾向を示していると推察された。また、牛子宮内膜の表面上皮の核酸合成能がEstradiol-17 β とProgesteroneの両ステロイドホルモンによって促進され、とくにProgesteroneの追加投与が重要な役割を有しているものと考えられた。リビートブリーダー牛においては排

Table 12. The treatments of estradiol-17 β and progesterone injection of ovariectomized cows at each experimental groups

Exp.group	No. of cows	Days after initial treatment											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	1	K											
2	3	E	K										
3	3	E	E	-	-	P	P	-	-	K			
4	3	E	E	-	-	E/P	E/P	E/P	P	P	-	-	K
5	4	E	E	-	-	E/P	E/P	E/P	-	-	K		
6	3	P	P	E	E	-	-	E/P	E/P	E/P	-	-	K

E=estradiol-17 β ;P=progesterone; E/P=estradiol-17 β plus progesterone;
 - = no treatment;K= days of autopsy. Treatments were initiated at 30 days after ovariectomy. Cows in group 2 were given a single injection of 2 mg E and groups 3-6 were injected with E 1mg,P 100-300mg or E 0.5mg plus P 150 mg, twice daily at an interval of 12 hours.

Table 13. Changes of labeling index on DNA synthesis in uterine tissues treated with estradiol-17 β and progesterone

Exp. group	No. of cows	Labeling index (%)		
		Surface epithelium	Glandular epithelium	Stroma
1	1	0	0	0
2	3	4.8(2.9- 7.1)	0.1(0.0-0.2)	0.5(0.3-1.5)
3	3	8.0(5.8- 9.3)	0.2(0.0-0.4)	0.3(0.1-0.5)
4	3	13.5(10.5-16.5)	0.5(0.0-0.9)	0.5(0.2-0.9)
5	4	3.5(2.3- 6.8)	0.4(0.0-0.9)	0.8(0.6-1.0)
6	3	5.1(4.0- 7.5)	0.6(0.3-0.9)	0.8(0.4-1.7)

Mean; Numbers in parentheses indicate the range.

卵後も高エストロゲン状態を示すものが多い²⁰⁾ことは、子宮内膜表面上皮の核酸合成能に悪影響を及ぼし、そのことは胚の生存性にもなんらかの関連性を示すものと推察される。一方、本試験におけるEstradiol-17 β とProgesteroneの投与方法では、子宮腺上皮および間質組織の標識指数はいずれの試験区も低く、最大値でも各々平均0.6%、0.8%に過ぎなかった。子宮腺上皮の核酸合成能は、マウスではEstra-diol-17 β を3日間連続投与することにより²⁷⁾、家兎においては子宮内膜表面上皮と同様にEstradiol-17 β 投与後Progesteroneを追加投与することにより促進されると報告⁶⁶⁾されている。また、間質組織はマウス、ラット、家兎で家兎の子宮腺上皮と同様なホルモン投与で、核酸合成能の促進が示唆されている。性ステロイドホルモン投与による牛子宮内膜の表面上皮の核酸合成能が、家兎に類似していたにも関わらず、子宮腺上皮および間質組織の標識指数に試験区間の差は認められなかった。

第6節 小 括

本章では放牧を主体とした夏山冬里飼養方式における黒毛和種繁殖牛の分娩後の繁殖性に関する基礎的資料を得る目的で、分娩後の卵巣機能回復、子宮修復や分娩後の受胎性に及ぼす産次、分娩季節の影響について検討した。また、牛子宮内膜細胞の核酸合成能についてオートラジオグラフィーの手法を用い、性周期にともなう変化および性ステロイドホルモン投与による影響について調べ、以下の主な結果が得られた。

1. 初産から10産次の黒毛和種延べ177頭の分娩後の発情回帰日数は平均48.0日であり、産次が高くなるほど発情回帰までの日数は短縮する傾向にあった。また、春期分娩牛の発情回帰日数は平均54.9日と最も遅延し、秋期および冬期分娩牛に比べ、その差は有意であった。

2. 分娩後初回発情時から授精した延べ147頭の空胎日数は平均117.6日であった。2～5産次の受胎性は比較的良好で安定しており、また、分娩季節では冬期間の分娩が最も空胎日数が短かった。

3. 分娩後30～40日目からの授精開始は若干受胎までの授精回数を増加させるが、空胎日数の大幅な短縮につながることを示唆された。

4. 超音波断層法による生体内の子宮は円または楕円の2本の輪郭線で囲まれていた。その輪郭線は血管層および子宮内膜の横断面であり、その直径と断面積は摘出して計測した子宮本体の値と、よく一致していた。

5. 分娩後の子宮修復の進行を直腸検査による妊角側の直径および超音波断層法による妊角の直径と断面積を調べた結果、いずれも類似の子宮修復パターンを示した。また、直腸検査による子宮角の直径と超音波断層法による子宮角の直径との間には

$$Y=0.7065+0.5179X \quad (r=0.942)$$

の直線回帰式が得られ、直径と断面積は2次の回帰式が最大相関関係にあった。

6. 分娩後の子宮修復までの日数は初産牛で平均31.8日と最も短かったが、初回排卵および発情回帰はとくに初産牛で遅延した。初回排卵から2回目排卵までの日数は正常性周期の日数に比べて有

意に短縮していたが、2回目排卵以降の排卵間隔は正常性周期となった。また、初回排卵時の発情発現割合は低かった。

7. 性周期にともなう子宮内膜表面上皮細胞の核酸合成の標識指数は排卵後2～3日目の排卵後期に著しく増加した。子宮腺上皮細胞も子宮内膜表面上皮と同時期に、また、間質組織細胞は発情期および排卵後期に促進されたが、標識指数の値は子宮内膜表面上皮の値に比べて非常に低かった。

8. 卵巣摘出牛における子宮内膜表面上皮細胞の核酸合成能はEstradiol-17 β とProgesteroneの両ホルモン投与によって促進され、とくに、Progesteroneの追加投与によって著しく促進された。

第3章 分娩後の繁殖機能に及ぼす哺乳の影響

第1節 緒言

肉用繁殖雌牛の分娩から発情回帰までの日数は一般に長く、そのばらつきも大きいことから繁殖管理上多くの問題を抱えている。分娩後の繁殖機能回復には多くの要因が影響すると指摘されているが、その相互の関連性およびそれらの要因の影響評価などについては不明な点が多い。分娩間隔を短縮し、生産性を向上させるためにも分娩後の繁殖機能回復に及ぼす要因の解析は必要である。

近年、肉用牛において双子や里子 (foster calf) による吸乳頻度の増加は初回発情までの期間を長くし^{139, 145)}、乳牛においても自然哺乳は搾乳に比べて分娩後の初回排卵を遅らせる¹¹⁾ことが報告されている。これらの報告から、産子による吸乳刺激は母牛の分娩後の卵巢機能回復に密接に関連しているものと推察されるが、肉用牛は分娩後4～8か月間は産子に自然哺乳させているのが一般的であり、哺乳行動や哺乳量等については不明の点が多い。

一方、分娩後の子宮修復の遅延は受胎までの日数を延長させることが認められている^{8, 40)}ことから、受胎性には子宮修復の程度も重要であることが推察される。分娩後の卵巢機能回復を促進し、分娩間隔を短縮するためには卵巢機能回復のみならず子宮修復に及ぼす哺乳の影響やそれらの影響する相違点も、同時に解明する必要がある。しかし、子宮修復に及ぼす哺乳刺激および哺乳量の影響については明らかにされていない。

そこで本試験においては、分娩後の経過日数にともなう哺乳行動や哺乳量などの推移を明らかにし、それらが分娩後の卵巢機能回復や子宮修復に及ぼす影響について検討を加えた。

第2節 黒毛和種における分娩後の経過日数にともなう哺乳量および哺乳行動の推移

肉用牛において、哺乳刺激や哺乳量は分娩後の卵巢機能回復や子宮修復に対し大きな影響を及ぼすことが示唆されている。哺乳量や哺乳回数などの哺乳行動については品種によってかなり異なることが報告^{32, 62)}されているが、黒毛和種における分娩後の経過日数にともなう、これらの哺乳行動や哺乳量の推移ならびに個体間差異などについては不明の点が多い。

本試験は黒毛和種における哺乳行動や哺乳量の分娩後の経過日数にともなう推移を明らかにするとともに、個体間差異や産次間差異について検討した。

I 材料および方法

1. 供試牛と飼養管理

1983年から1986年にかけて、初産から9産目を正常分娩した黒毛和種繁殖牛36頭、延べ66組の母子を供試した。飼料は繁殖牛1日1頭当たり、サイレーズ20kg、乾草および濃厚飼料各2kgを9時と16時30分の2回に分けて給与し、カランベントドアを設置した開放牛

舎で飼養した。産子には育成用濃厚飼料と乾草を不断給与した。

体重測定は分娩直後およびその後毎週行った。

2. 哺乳行動の観察

哺乳行動は分娩後10、30および60日目の9時より、24時間連続してビデオテープレコーダー（ソニー、VT0-9000）に記録した後、解析した。観察に際しては前日より同一牛舎内の約9㎡の単房に、母子牛共に収容した。夜間は天井灯の他に補助照明灯（200w×2個）を用いたので、照明による哺乳行動への影響を配慮し、観察日の前日より照明を開始した。

哺乳行動は1日当たり哺乳回数、総哺乳時間、1回ごとの平均哺乳時間および哺乳開始時刻からつぎの哺乳開始時刻時刻までの哺乳間隔時間の変動について分析した。哺乳間隔時間の変動は、変動係数で示した。なお、産子の哺乳開始から終了までには、吸乳乳頭の変更、頭突きおよび起立場所の移動などによる、真の吸乳¹²⁴⁾以外の行動も認められた。しかし、これらの行動の正確な分析は困難であったので、吸乳行動開始から乳頭から完全に離れて吸乳を終了するまでの、一連の行動に要した時間を1回の哺乳時間とした。

3. 哺乳量の測定

哺乳量は分娩後約1週目より、毎週2日間連続して調査した。測定方法は、測定日の前日9時または13時に親子分離し、16時30分に哺乳させた後再び親子分離を行い、各測定日の9時と16時30分の1日2回、哺乳前後の子牛の体重差法により、1日当たり哺乳量を秤量した。分娩後10から60日目までの10日間間隔の1日当たり哺乳量は、その前後の測定値間に直線回帰を当てはめて求めた。また、60日目までの累積乳量は個体ごとにWoodの泌乳曲線を当てはめて算出した。

II 結果および考察

1 分娩後の経過日数にともなう母牛の体重変化

各産次における分娩直後の体重は図10に示すように、初産牛では平均366.7kgであったものが、7産次には平均505.3kgにまで増加し、その後、若干減少する傾向にあった。分娩後60日間における母牛の体重変化は図11に示すように、20日目に平均11.1kg減少したが、その後緩やかに増加傾向に転じ、おおむね栄養状態は普通であった。なお、分娩後の体重変化は産次の違いによる差は認められなかったが、個体間差は広い範囲にばらついていた。

2 哺乳行動および哺乳量の推移

分娩後の経過日数にともなう哺乳回数、総哺乳時間、1回ごとの平均哺乳時間、哺乳間隔時間の変動および哺乳量の推移について表14に示した。また、それらの個体、日数および産次間差異についての分散分析は表15に示した。

哺乳回数は10日目が平均8.3回であったものが、30日目には平均8.9回に斬増した後、60日目には平均7.5に減少し、その差は有意($P < 0.01$)であった。哺乳回数は個体によるばらつきも大きく、10、30、60日目におけるその回数の範囲は各々3～16、4～16、3～14回であり、個体間差異も有意であった。さらに、産次間差異も認められ、3、4産次の7.3回、7.5回（最少自乗平均値）に比べて、9産次は10.8回（最少自乗平均値）と有意に多かった。子牛は出生後約4時間以内に哺乳を開始する^{86, 124)}が、哺乳回数、1回ごとの平均哺乳時間は、牛の品種、哺乳量、乳房の形態、哺乳方法、乳質、子牛の月齢、大きさ、活力、産子数などによって非常に異なることが報告

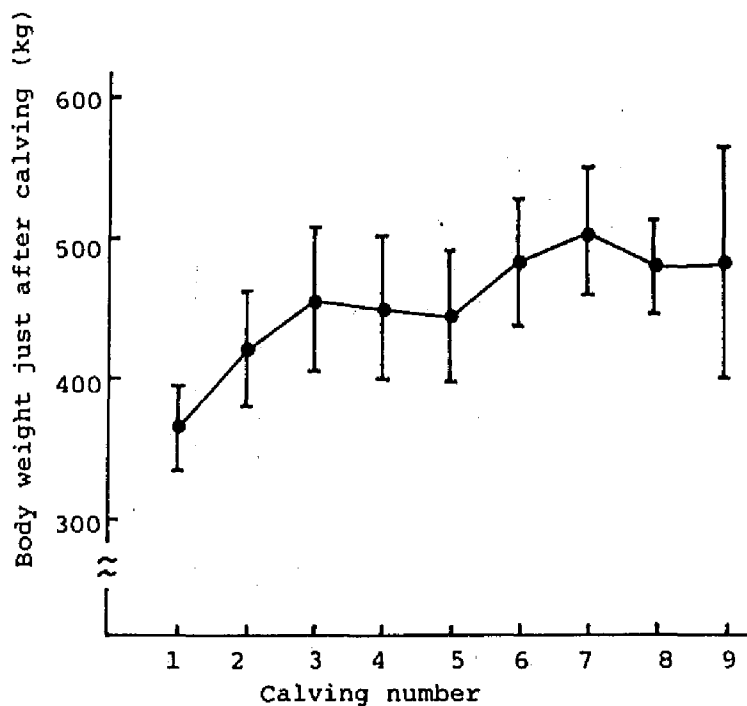


Fig. 10. Body weight at just after calving from first to ninth of calving number in Japanese Black cows.

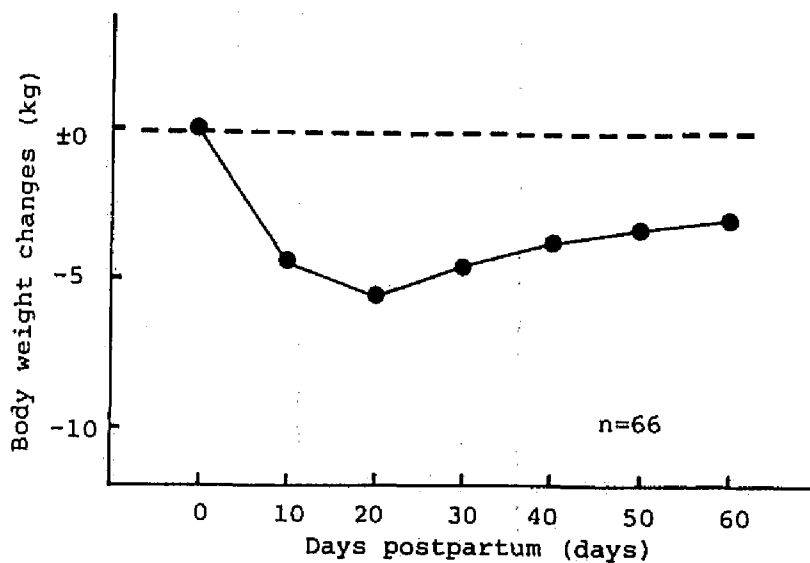


Fig. 11. Postpartum changes in body weight of cows during 60 days.
0=Days of just after calving.

Table 14. The effect of the days after calving on suckling behavior and milk yield in Japanese Black cows

	Days after calving		
	10	30	60
No. of suckling events /day	8.3 ± 2.6	8.9 ± 2.5 ^a	7.5 ± 1.6 ^b
Total suckling time /day (min.)	66.2 ± 30.6 ^a	100.1 ± 29.4 ^b	86.0 ± 25.2 ^c
Average suckling time/event	7.8 ± 2.2 ^a	11.3 ± 1.9 ^b	11.5 ± 3.1 ^b
Fluctuation of suckling interval time (%)	44.4 ± 16.9 ^a	41.0 ± 14.6	36.7 ± 13.3 ^b
Milk yield /day (kg)	5.6 ± 1.2 ^a	5.1 ± 1.3 ^b	4.7 ± 1.2 ^c

Values are Mean ± S.D., *:Fluctuation of suckling interval time showed coefficient of variation. Significant ($P < 0.01$) differences within a column are indicated by different subscripts.

Table 15. Analysis of variance table for the effect of individual, postpartum days and parity

	Individual		Postpartum days		Parity	
	D.F.	M.S.	D.F.	M.S.	D.F.	M.S.
No. of suckling events	65	7.913*	2	32.914**	8	16.573**
Total suckling time	65	117.190	2	19188.000**	8	2594.402**
Average suckling time	65	7.569	2	291.888**	8	8.639
Fluctuation of suckling interval time	65	360.015**	2	994.859**	8	563.917**
Milk yield	65	13.361**	2	4.005**	8	12.726**

*: $p < 0.05$, **: $p < 0.01$

31, 62, 112, 136) されている。本試験における哺乳回数は黒毛和種における久馬ら(1979)⁶³⁾の報告とほぼ一致していたが、分娩後日数がほぼ同時期であるホルスタイン種の5～8回¹³⁶⁾、アンガスやヘレホード種交雑種の4.4～5.5回⁶⁷⁾に比べて多い傾向を示していた。

1回ごとの平均哺乳時間は10日目が平均7.8分と最も短く、30日目以降は平均11分台となり、その差は有意であった。総哺乳時間は30日目が哺乳回数も多く、1回ごとの平均哺乳時間も長くなったことから10、60日目に比べて有意に長かった。1回ごとの平均哺乳時間には産次間差異は認められなかったが、総哺乳時間には産次間差異が認められ、初産から4産次に比べて9産次の総哺乳時間は有意に長かった。1回ごとの平均哺乳時間の範囲は既往の報告^{31, 63, 67)}とほぼ一致しており、品種による違いはあまりないものと推察された。また、鈴木ら(1979)¹²⁴⁾は1回ごとの哺乳時間は子牛の空腹度、吸引力、吸乳乳頭の乳のでやすさおよび母牛の行動が影響しているものと推察している。

哺乳間隔時間の変動は分娩後の日数が経過するとともに有意に減少し、哺乳間隔が規則的になっていくことを示していた。哺乳間隔時間の変動は個体間差異および産次間差異も有意であり、9産次における哺乳間隔時間の変動は初～8産次牛に比べて有意に大きかった。

一日当たり哺乳量は図12にも示すように、10日目が平均5.6kgであったものが、60日目には平均4.7kgへと漸減し、その差は有意であった。哺乳量は個体および産次間差も有意($P < 0.01$)であった。産次別の60日までの累積乳量は図13に示した。5産次が平均344.7kgと最も多く、また、2～7産次では約330kgであったのに対し、初産、8産

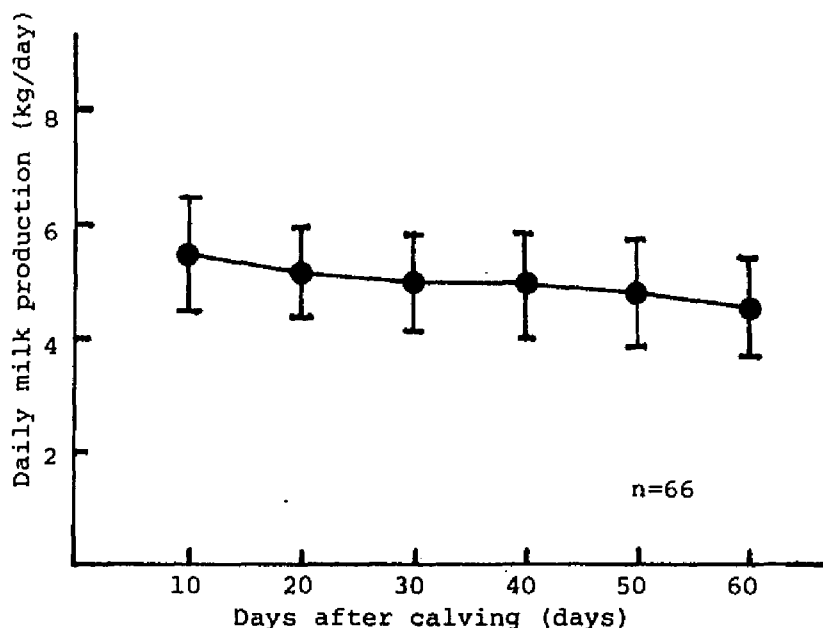


Fig.12. Changes of daily milk production from 10 to 60 postpartum days in Japanese Black cows.

および9産次の累積乳量は各々平均226.3kg、264.1kg、213.1kgと少なかった。

哺乳量と哺乳回数は10日目では負の相関($r=-0.168$)を示したが有意ではなかった。30日目になると図14に示すように、哺乳量が増加するにともなって有意($P<0.01$)に哺乳回数は減少し、60日目においても同様($r=-0.298, p<0.05$)な傾向が認められた。哺乳回数と総哺乳時間は各日数とも正の有意($P<0.01$)な相関が認められた。このように哺乳回数が哺乳量の増加にともなって減少することは、HAFEZ & LINEWEAVER(1968)³¹⁾の報告と一致していた。哺乳量は個体、日数、産次間の差がきわめて大きい($P<0.01$)ことから、相関関係にある哺乳回数にも強く影響を及ぼし、結果的に哺乳行動全体にも関連することが示唆された。このことは哺乳量が最も少なかった9産次が、

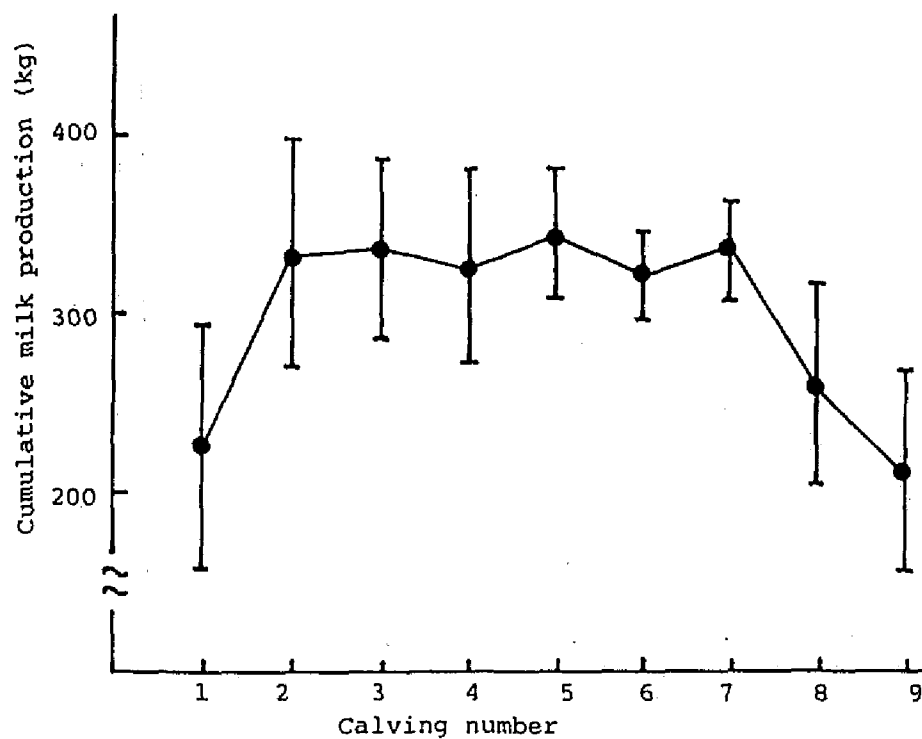


Fig.13. Influences of parity for the cumulative milk production from parturition to 60 postpartum days in Japanese Black cows.

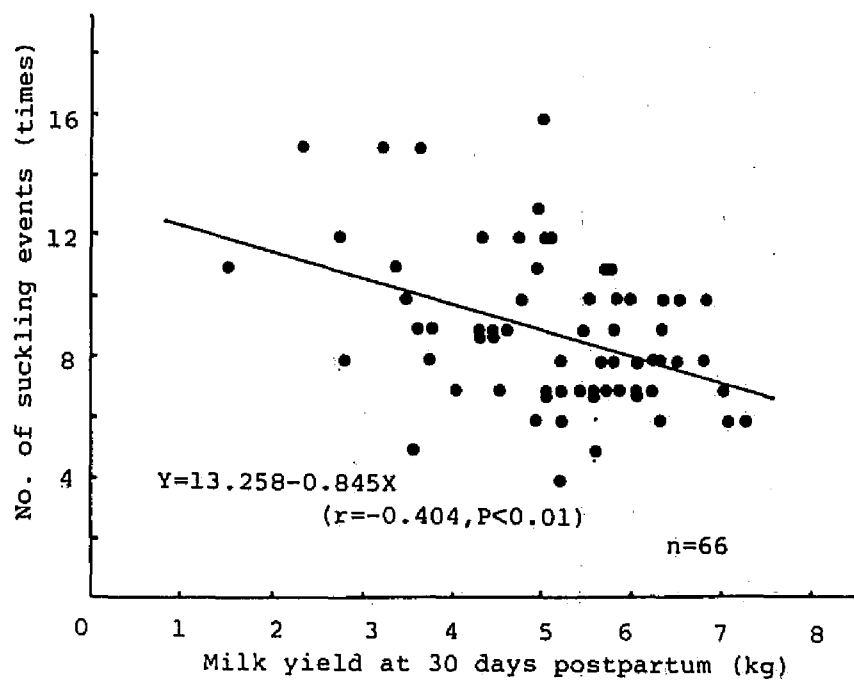


Fig. 14. Relationship between milk yield and suckling events at 30 days postpartum.

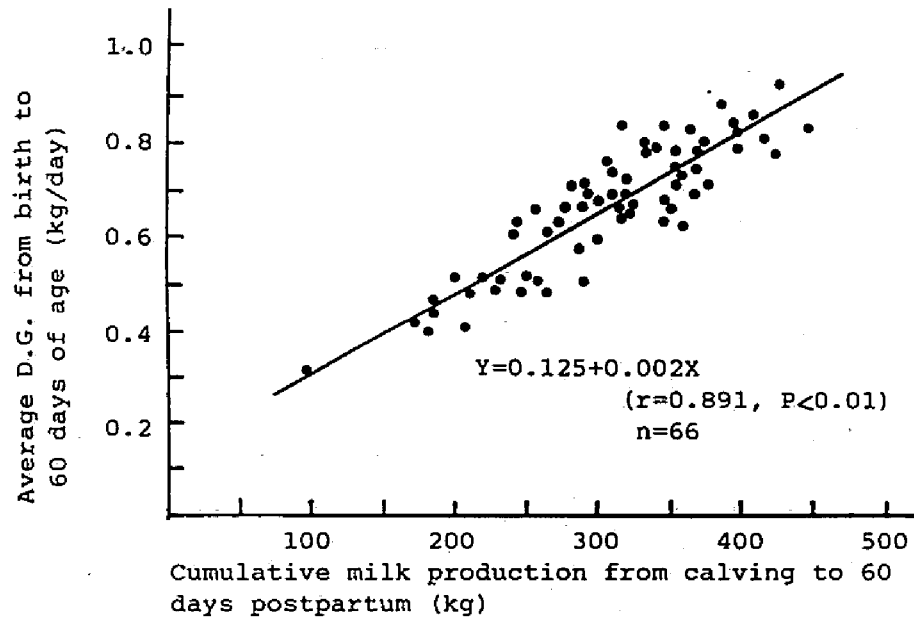


Fig. 15. Relationship between cumulative milk production from calving to 60 days postpartum and average daily gain from birth to 60 days of age in Japanese Black Cattle.

産次間差異が認められた哺乳回数、総哺乳時間および哺乳間隔時間の変動で、常に他産次に比べて有意にその値が大きかったことから推察された。

分娩後の経過日数にともなう1日当たりの哺乳量は黒毛和種の既往の報告^{51, 63, 84, 86, 128)}の範囲内であった。一方、寺田ら(1979)¹²⁸⁾は各産次別の182日間の累積乳量は8産次が最大であったと報告しているが、本試験における60日目までの累積乳量は5産次が最大値を示しており、寺田ら(1979)¹²⁸⁾の報告とは一致していなかった。この原因としては、牛の状態や飼養管理および場所間の違いによるものと推察された。また、60日目までの累積哺乳量と子牛の1日当たり増体量には、図15に示すように正の有意な相関関係($r=0.8914$, $P<0.01$)が認められ、多くの報告^{63, 84, 86, 128)}と類似の傾向が得られた。このことから子牛の初期発育は母牛の乳量が大きな影響を与えることが確認された。

3 哺乳頻度の日内変動

延べ1636回の哺乳行動の日内分布は、時刻別の頻度で示すと図16のとおりである。哺乳回数の頻度が最も高かったのは17時の116回、最低は3時の36回であった。哺乳頻度が平均値より多かった時刻は10、13～20、22、7～8時であり、全体的に午後の哺乳頻度が高かった。また、10時と17時を各々のピークとする、2峰性のおおよその日内変動が認められた。哺乳頻度の日内変動は舎飼や放牧の管理による違いは認められないとする報告⁶³⁾もあり、また、LEWANDROWSKI & HURNIK(1983)⁶⁷⁾はアンガスやヘレホード種交雑種の哺乳頻度の日内変動は6時が最も高く、4時に最低であったと報告している。さらに6～21時にかけて哺乳頻度は高い傾向にあるが、その中でも

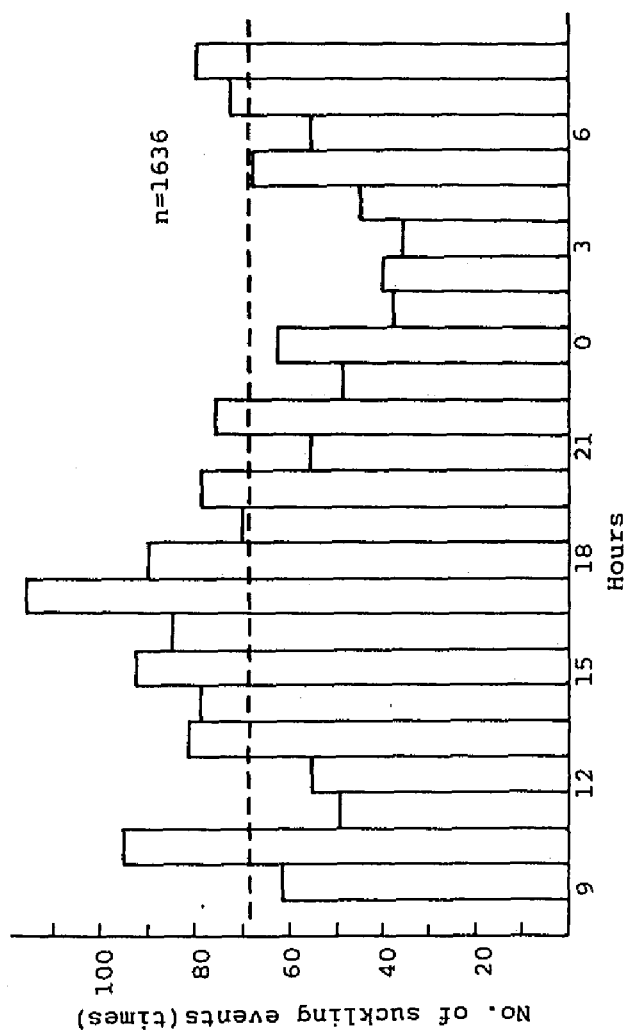


Fig. 16. Effect of time of day on the frequency of suckling.
The dotted line indicates the average number of suckling events
(68.2 times/hours).

6～18時の日中が61%を占めていることを示唆している。本試験においては9時と16時の定時飼料給与としたために、LEWANDROWSKI & HURNIK(1983)⁶⁷⁾の示した哺乳頻度の時刻とは若干の違いが認められたが、類似の日内変動を示しているものと推察された。

第3節 分娩後の初回排卵までの日数に及ぼす哺乳の影響

牛の分娩後の卵巢機能は産次、栄養状態、哺乳、分娩季節などの多くの要因の影響を受ける。また、これらの要因は相互に関連性を有していることから、その解明を一層複雑なものとしており、分娩後の卵巢機能回復に最も効果的な状態を設定するまでには至っていない。

そこで、本節では重回帰分析の手法を用いて、分娩後の初回排卵までの日数に及ぼす産次、分娩季節、体重の変動、哺乳量、哺乳回数などの影響について検討し、個体ごとに異なるこれら要因の必要条件を明らかにしようとした。

I 材料および方法

第2節の供試牛延べ66頭を用い、分娩後約7日目より週に2回定期的に直腸検査を行って卵巢の状態を調べた。また排卵が予想される場合は連日直腸検査を行い、排卵日を確定した。発情観察は朝夕の1日2回行い、明確な発情徴候を示した牛を発情と判定した。また乗駕行動の判断材料として、ヒイトマウントデテクターを供試牛

に装着した。

重回帰分析のために取り上げた項目は産次 (X_1)、分娩月 (X_2)、分娩直後の母牛体重 (X_3)、分娩直後から分娩後30日目の母牛の体重の差 (以下30日目体重 X_4)、30日目における1日当たりの哺乳量 (X_5)、哺乳回数 (X_6)、総哺乳時間 (X_7)、哺乳間隔時間の変動 (X_8) および分娩後の初回排卵までの日数 (X_9) である。以上の9変数について基礎統計量を求め、2次の効果を検討するために変数変換を行った。変数変換式は表16に示した。ここで x は各測定項目

Table 16. Variable conversion and derived variables for curvilinear multiple regression analysis

$V_{1j} = X_{1j}$	$i=1,2,\dots,8$	$j=1,2,\dots,n^*$
$V_{i+7j} = (X_{1j} - \bar{X}_{1.})^2$	$i=1,2,\dots,8$	$j=1,2,\dots,n$
$V_{i+17j} = X_{ij}$	$i=9$	$j=1,2,\dots,n$

V: Derived variables, X: Original variables.

Subscripts "i" and "j" of original and derived variables show the variable number and the datum number. Sources of original variable were explained in Table 18. * $n=66$.

に対応する変数であり、 v は変数変換後の変数である。以上のように変換された変数を含む17変数について、分娩後の初回排卵日数を目的変数とする変数減少法による重回帰分析を行った。重回帰分析は農林水産研究計算センターの「CMAP 会話型多変量解析パッケージプログラム」⁸⁵⁾により行った。

II 結 果

1 分娩後の卵巣機能回復

重回帰分析に用いた黒毛和種の初産から9産次における延べ66頭の分娩後の初回排卵、発情回帰までの日数および排卵間隔日数を表17に示した。初回排卵までの日数は初産および2産次牛でとくに長かった。発情回帰までの日数も同様な傾向にあったが、初回排卵までの日数のように産次間に有意な差は認められず、全体の平均は 48.0 ± 10.8 日であった。初回から2回目排卵までの日数は2回から3回目排卵までの日数に比べて有意($P < 0.01$)に短かった。また、初回排卵時に発情徴候を示した牛は全体で16.7%にすぎなかったが、2回目排卵時には93.8%の牛に発情徴候が認められた。

2 重回帰分析による分娩後の初回排卵までの日数に及ぼす要因の解析

各変数の平均値などの基礎統計量を表18に示した。分娩直後体重は平均441.1kgであった。30日目体重は分娩直後体重に比べて平均9.2kg減少していたが、その範囲は+31.7～-47.1kgの広い範囲にばらついていた。30日目の1日当たり哺乳量は1.5～7.2kgの範囲にあり、哺乳回数、総哺乳時間、哺乳間隔時間の変動も個体間によるばらつきが大きい傾向を示していた。

これら変数相互間の相関関係を表19に示した。初回排卵までの日数と産次、分娩直後体重、および30日目体重とは有意な負の相関があり、産次の増加や分娩直後体重が重く、30日目体重が増加傾向にあるほど初回排卵までの日数は短縮する傾向にあることを示している。哺乳量、哺乳回数や哺乳間隔時間の変動との間には正の相関が認められるが、有意ではなかった。分娩直後の体重は産次の増加とともに重くなり、また、哺乳量の増加は哺乳回数や総哺乳時間を有意に減少させることを示している。

Table 17. The outline of the postpartum reproductive performance of cows which used in multiple regression analysis

Parity	No. of cows	Interval from calving to first ovulation	Interval from calving to first estrus	Interval from ovulation to the next ovulation	
				1st to 2nd	2nd to 3rd
1	9	40.6 \pm 4.3 ^a	53.8 \pm 12.3	14.0 \pm 4.4	21.2 \pm 1.8
2	14	41.9 \pm 7.0 ^c	52.9 \pm 11.1	10.9 \pm 4.6	21.4 \pm 2.6
3	11	34.3 \pm 5.2	45.4 \pm 8.9	14.2 \pm 5.5	21.3 \pm 1.7
4	12	31.7 \pm 4.5	47.2 \pm 8.0	17.2 \pm 3.1	20.6 \pm 1.0
5	8	35.5 \pm 4.2	48.6 \pm 13.2	15.1 \pm 4.6	21.2 \pm 1.2
6	3	32.0 \pm 2.6	41.7 \pm 7.5	15.0 \pm 2.6	22.3 \pm 1.2
7	3	29.0 \pm 2.6 ^b	45.0 \pm 6.6	16.0 \pm 4.6	20.3 \pm 1.2
8	4	27.8 \pm 4.5 ^{bd}	34.8 \pm 7.0	11.0 \pm 7.6	22.3 \pm 1.0
9	2	29.5 \pm 9.2 ^b	45.0 \pm 8.5	14.1 \pm 4.9	21.3 \pm 0.7
Total	66	35.5 \pm 6.8	48.0 \pm 10.8	14.1 \pm 4.9	21.3 \pm 1.7

Values are mean \pm S.D. a,b,c:P<0.05, c,d:P<0.01

Table 18. Fundamental statistics of original variables for multiple regression analysis

	Mean	Minimum	Maximum	S.D.
Parity (X_1)	3.7	1	9	2.2
Month of parturition (X_2)	6.4	1	12	3.4
Body weight at just after calving (kg) (X_3)	441.1	315.0	561.0	55.4
Body weight loss (kg) (X_4)	-9.2	-47.1	+31.7	16.0
Milk yield at 30 postpartum days (kg/day) (X_5)	5.1	1.5	7.2	1.3
Number of suckling events (times/day) (X_6)	8.9	4	16	2.5
Total suckling time (min./day) (X_7)	100.1	35.0	216.7	29.4
Fluctuations of suckling interval time (%) (X_8)	41.0	16.1	86.6	14.6
Days from calving to first ovulation (days) (Y)	35.5	23	59	16.8

Body weight loss from just after calving to 30 postpartum days. Number of suckling events, total suckling time and fluctuations of suckling interval were observed at 30 postpartum days, and fluctuations of suckling interval time showed coefficient of variation.

Table 19. Correlation matrixs of original variables

Variable	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈	Y
X ₁	0.161	0.550**	0.068	-0.010	0.110	0.333**	0.126	-0.586**
X ₂		-0.064	0.196	-0.326**	0.098	0.144	-0.009	-0.214
X ₃			-0.213	0.245*	-0.172	-0.054	0.096	-0.430**
X ₄				-0.384**	0.307*	0.353**	0.022	-0.268*
X ₅					-0.415**	-0.393**	-0.198	0.224
X ₆						0.813**	0.399**	0.216
X ₇							0.306*	-0.140
X ₈								0.180

Source of original variable were explained in Table 18. *: $P < 0.05$, **: $P < 0.01$.

誘導変数を含むV₁からV₆までの16変数について、変数減少法による重回帰分析の経過を表20に示した。自由度調整後の寄与率（100R²）は62.6%から最高65.3%を示し、その後63.8%に若干低下した。変数減少の過程でV₁₁、V₁₂、V₁₃、V₁₄、V₁₆などの分娩直後体重、30日目体重、哺乳量、哺乳回数、哺乳間隔時間の変動の2次の変数は早くから除去されたが、産次および総哺乳時間の2次の変数は全過程を通じて保持された。最終的には自由度調整後の寄与率が63.8%を示す重回帰式が得られ、表21の分散分析表に示すように、回帰成分は残差よりも0.1%水準で有意に大きいことを示している。表22には最終的に得られた偏回帰係数を示した。また、変数増減法による重回帰分析においても変数減少法と同様の結果が得られた。この重回帰式は逆変換して誘導変数を含まない以下の形に書き直すことができる。

$$Y=37.157-1.842X_1-0.036X_3-0.112X_4+2.001X_5+0.521X_6 \\ +0.103X_8+0.364(X_1-3.7)^2-0.001(X_7-100.1)^2$$

Y：分娩後の初回排卵までの日数、X₁：産次、X₃：分娩直後の母牛体重、X₄：30日目体重、X₅：哺乳量、X₆：哺乳回数、X₇：総哺乳時間、X₈：哺乳間隔時間の変動

分娩後の初回排卵までの日数に及ぼすこれら要因の相対重要度は、産次＞哺乳量＞30日目体重＞分娩直後体重＞総哺乳時間＞哺乳間隔時間の変動＞哺乳回数となり、産次の効果が最も大きかった。また、初回排卵までの日数は哺乳量、哺乳回数および哺乳間隔時間の変動が大きいほど遅延するが、分娩直後体重や30日目体重が増加するほど短縮することが、この回帰式は示している。

次に得られた重回帰式の性質を調べるために各変数を測定値の範

Table 20. Multiple regression analysis by backward procedure

Step	V ₁	V ₂	V ₃	V ₄	V ₅	V ₆	V ₇	V ₈	V ₉	V ₁₀	V ₁₁	V ₁₂	V ₁₃	V ₁₄	V ₁₅	V ₁₆	Mult-R	100R*(%)
1	*	n	*	*	*	n	n	n	*	n	n	*	*	n	*	n	0.8475	62.63
2	*	n	*	*	*	n	n	n	*	n	n		n	n	*	n	0.8473	63.33
3	*	n	*	*	*	n	n	n	*	n	n			n	*	n	0.8465	63.87
4	*	n	*	*	*	n	n	n	*	n	n				*	n	0.8457	64.33
5	*	n	*	*	*	n	n	n	*	n	n				*		0.8444	64.80
6	*	n	*	*	*	n	n	n	*	n					*		0.8427	65.11
7	*		*	*	*	n	n	n	*	n					*		0.8405	65.31
8	*		*	*	*	n	n		*	n					*		0.8380	64.44
9	*		*	*	*	n	n		*						*		0.8260	63.80

Partial regression coefficients retained were indicated "*" as significance and "n" as no significance. 100R*:Multiple correlation coefficient adjusted by degrees of freedom.

Table 21. Variance analysis table for multiple regression analysis on the interval from calving to first ovulation

S.V.	D.F.	M.S.	F
Regression	8	259.307	15.301**
Residual	57	16.947	
Total	65		

**: $P < 0.01$

Table 22. Partial regression coefficients for the interval from calving to first ovulation in Japanese Black cows

Independent variable	B	Std. B	T value	Relative importance(%)
V ₁	-1.842	-0.583	-4.914	30.9
V ₃	-0.036	-0.291	-2.829	10.2
V ₄	-0.112	-0.261	-3.039	11.8
V ₅	2.001	0.352	3.688	17.4
V ₆	0.521	0.191	1.943	4.8
V ₈	0.103	0.220	2.179	6.1
V ₉	0.364	0.331	2.982	11.4
V ₁₅	-0.001	-0.209	-2.418	7.5
Constant	37.157		6.542	

B: Partial regression coefficient, Std. B: Standard Partial regression coefficient.

図で変化させ、その推定値を求めた。産次を1から9まで変化させ、その他の変数に平均値を代入し、分娩後の初回排卵までの日数に及ぼす産次の効果を検討した結果は図17に示したように、2次の関数で表される。初産牛の初回排卵までの日数は42.6日と最も大きな値を示し、その後漸減して6産次には32.4日と最小値を示した後、9産次まで再び漸増した。9産次の初回排卵日数は36.0日と推定された。同様に総哺乳時間も図18に示すように、その平均値（100.1分）を最大値とする2次の関係が認められ、総哺乳時間が長くてもあるいは短くても初回排卵は遅延した。

次に、分娩直後体重と30日目体重について分娩後40日以内に初回排卵が起こる必要条件を産次の変化も考慮して推定した。その他の変数には平均値を代入した。初産牛で40日以内に初回排卵が起こる分娩直後体重と30日目体重の組合せは図19に示すように

$$Y = -0.321X + 153.12 \quad (Y: 30 \text{ 日目体重、} X: \text{分娩直後体重})$$

で示される直線回帰式を下限線とする領域となる。2産次においてはその回帰係数は変わらないものの、産次の効果が加わるため定数は121.94に減少し、初産牛に比べて体重の条件は緩和される。また、3産次以降になると全ての体重の変動値内で40日以内の初回排卵が可能となる。

さらに初産牛において分娩後40日以内に初回排卵が起こる分娩直後体重、哺乳量と哺乳回数との関係を図20に示した。哺乳回数が16回のときには

$$Y = 0.018x - 5.805 \quad (Y: \text{哺乳量、} X: \text{分娩直後体重})$$

で示される直線回帰式を上限とする領域となるが、哺乳回数が4回になるとその領域が拡大し、哺乳回数が16回の場合に比べて約3kg

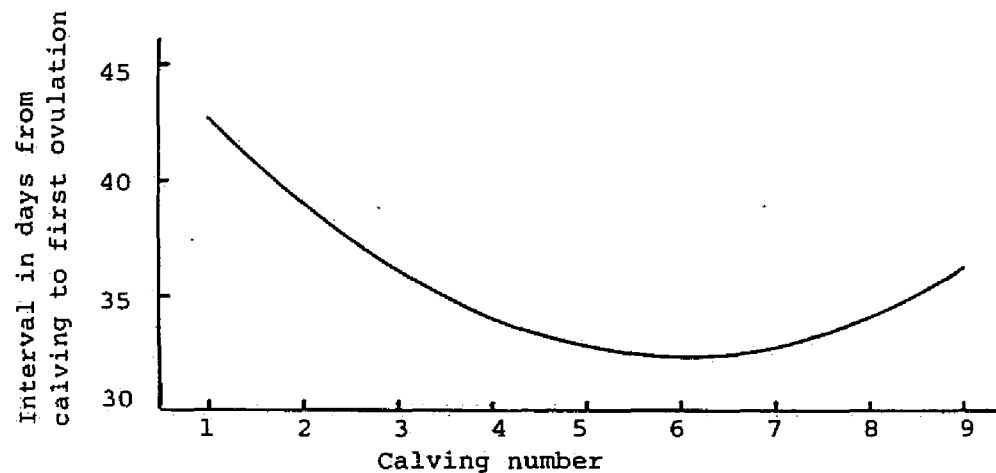


Fig.17. Partial regression of first postpartum ovulation on calving number. Estimates of first postpartum ovulation from 1st to 9th calving number indicated by quadratic curve on condition that other variables took mean values.

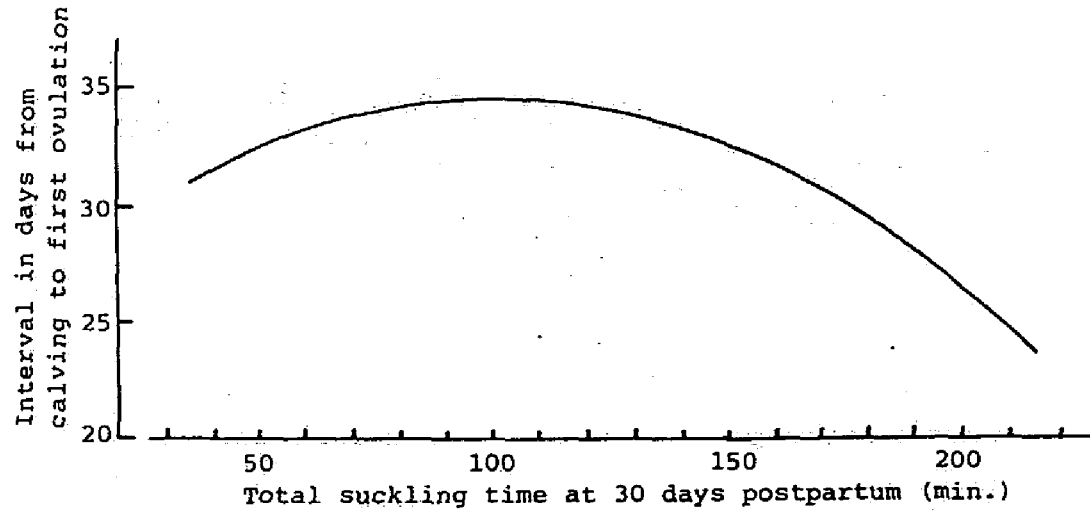


Fig. 18. Partial regression of first postpartum ovulation on total suckling time. Estimates of first postpartum ovulation from 35.0 to 216.7 total suckling time were displayed by quadratic curve on condition that other variable took mean values.

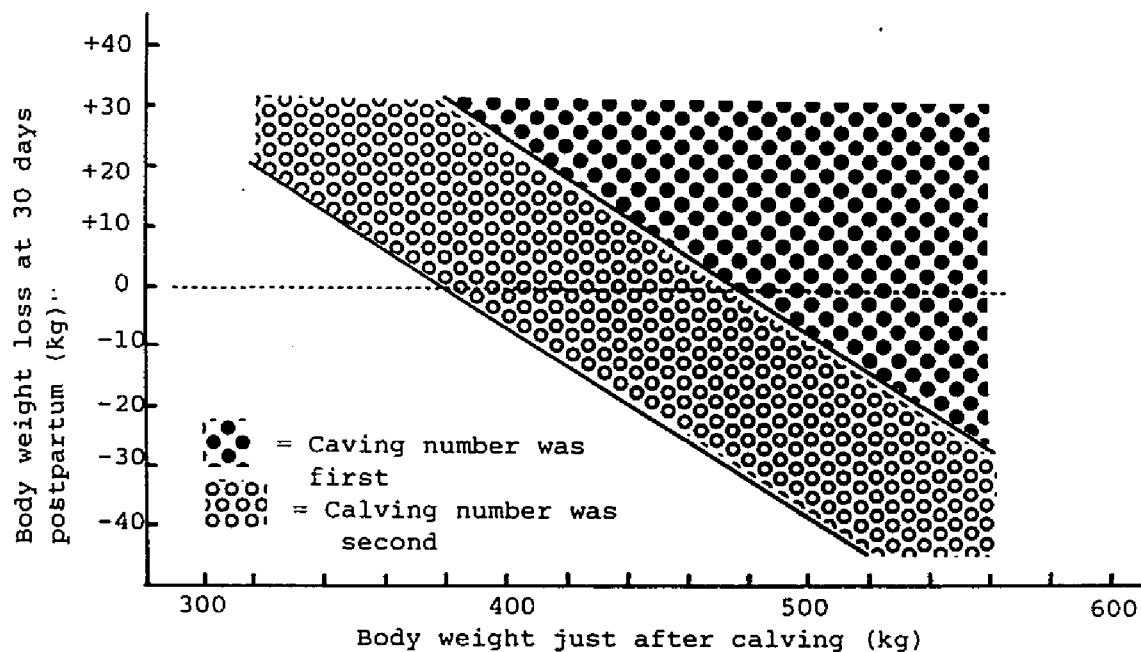


Fig. 19. The combination condition of body weight just after calving and body weight loss at 30 days postpartum for the occurrence of first ovulation within 40 days postpartum.

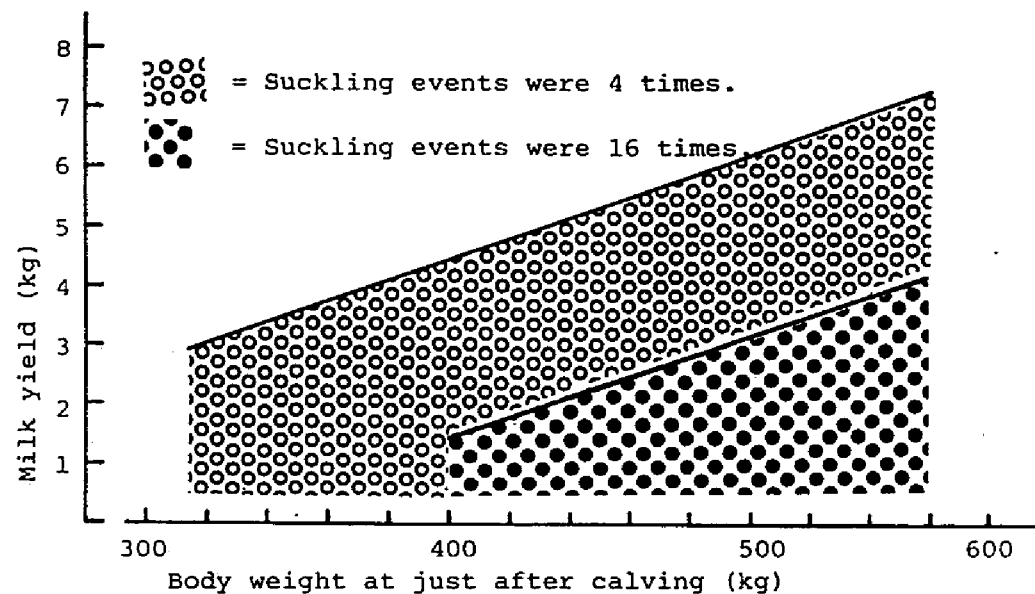


Fig. 20. The Combination condition of body weight just after calving , milk yield and number of suckling events for the occurrence of first ovulation within 40 days postpartum in the case of the first calving number.

乳量が多くても可能になることを示している。また、哺乳量が同一であれば、哺乳回数が減少することにより分娩直後体重はより軽くてもよいことを示唆している。なお、これらの要因による制限は産次の増加にともなって減少してくる。

III 考 察

肉用牛における分娩後の発情回帰はおよそ50日との報告が多く^{5, 18, 38, 73, 126)}、本試験で供試した分娩から初回排卵までの日数、発情回帰日数も類似の値を示していた。また、初回から3回目排卵までの各排卵間隔日数や各排卵時の発情発現割合も多くの報告^{5, 13, 79, 87, 122, 126)}とほぼ一致していたことから、本試験で得られた分娩後の卵巢機能回復は、ほぼ平均値的な値であることが示唆された。

分娩後の初回排卵までの日数は分娩後の卵巢機能回復の指標として最も重要であると考えられ、STEVENSON & BRITT(1980)¹¹⁵⁾は乳牛において、内分泌の動態の観点からEstradiol-17 β 、LH、Glucocorticoids、発育卵胞の大きさなどを目的変数として初回排卵までの日数を予測する適合度の高い重回帰式を得ている。分娩後の初回排卵が原則的にはこれらのホルモン動態によって影響を受けることは明らかである。しかし、哺乳刺激によってepisodicなLHの分泌が抑制されるため、卵巢機能回復も抑制されることなどが示唆^{45, 97)}されていることなどから、分娩後の卵巢機能回復には産次、体重、哺乳量および哺乳刺激などがこれらのホルモン動態に直接的にも関連しているものと推察^{187, 132)}されている。

WILTBANK & COOK(1958)¹⁴²⁾、高橋ら(1979)¹²⁶⁾および岡野ら(19

84)⁹³⁾ は初産牛でとくに分娩後の初回排卵や発情回帰が遅れると報告しており、本試験でえられた重回帰式でも同様の傾向にあることが認められ、かつ、産次の効果は無視できないほど大きいことが示唆された。しかしながら、産次の効果は分娩直後体重、哺乳量および加齢の効果などが相互に関連しているものと推察される。岡野ら(1984)⁹³⁾ は黒毛和種の経済的な繁殖供用年限は約9～10年で、その間に7～8産を得ることができると報告しているが、加齢による卵巢機能の低下は産歴と年齢、飼養管理状態によっても影響を受け(25, 72, 150, 151)、その時期を決定することは困難である。しかし、本試験で得られた重回帰式では7産次以降になると、初回排卵までの日数が増大傾向に転じたことから、放牧牛の加齢による卵巢機能の低下は7産次目ころから始まるものと推定された。

また、PETER & RILEY(1982)⁹⁸⁾ は分娩後の母牛体重が軽いほど卵巢機能回復は遅れる傾向にあることを示唆している。初産牛の分娩直後体重は2産次以降に比べてとくに軽く、このことが初産牛で分娩後の初回排卵までの間隔を増大させているとも考えられる。本試験の供試牛も分娩直後の体重は産次の増加にともなって重くなる有意な相関関係($p < 0.01$)にあることから、分娩後の初回排卵に及ぼす産次の効果と分娩直後体重の効果とを明確に区分することは困難であると考えられた。しかしながら、分娩後の初回排卵に及ぼす産次の効果は2次の非線形性、体重の効果は線形性の回帰モデルで示されたことから、両者の関係は完全には一致しておらず、産次そのものの効果のある程度分離して考えることができるものと推察された。

分娩直後の基礎体重^{98, 132)} や分娩前後の栄養状態、とくに分娩後の栄養状態が卵巢機能回復に大きく関与し、低栄養では卵巢機能回

復が遅延する傾向を示すことが報告^{21, 53, 121, 143)}されている。CARSTAIRS et al.(1980)¹²⁾は栄養水準の差による初回排卵までの日数には差が認められなかったが、重回帰分析の結果からは、栄養水準が高いほど初回排卵までの日数は短縮するとの結果を得た。一方、黒田ら(1979)⁶¹⁾は分娩後の栄養水準と発情回帰日数との関連性を認めていない。これらの報告では産次や試験開始時の体重、給与飼料構成などが大きく異なり、栄養水準と分娩後の卵巢機能回復との関係は一律に比較できないものと推察された。林ら(1983)³⁹⁾は牛の体重の増減はそのときの栄養状態を示す指標となり、繁殖成績への効果をより直接的に評価できると述べている。

そこで栄養状態を示す指標としての体重の変化から、分娩後の初回排卵に及ぼす影響を検討した。哺乳量や哺乳回数などに平均値を代入し、分娩後の初回排卵に及ぼす分娩直後体重と30日目体重との組合せを比較した結果、初産牛で分娩後40日以内に初回排卵するには、分娩直後体重が378kg以上必要とされた。分娩後30日目体重は分娩直後体重が増加するにともないその範囲も広くなったが、27kg以上体重が減少すると40日以内の初回排卵は不可能であることが示唆された。本試験で供試した初産牛の分娩直後体重は平均366.8kgであり、福原ら(1973)⁴⁶⁾が示した発育曲線のほぼ平均的な発育の範囲にあるものと推察された。初産牛における体重の効果だけを考えると育成期を高栄養で飼養し、体重の増加を図ることも一つの手段であるが、連産性の維持や生涯生産性の点からは問題のあることが大石ら(1982)⁸⁹⁾、鈴木ら(1985)¹²³⁾によって指摘されている。また、分娩後の栄養状態は個体差も大きいことから、初産牛の体重では分娩後早い時期に初回排卵するのは狭い範囲に限定されるものと推察さ

れた。

一方、産次が増加するにともないその効果が加わるために、3産次以降になると観察した全ての体重の組合せで分娩後40日以内の初回排卵が可能となり、栄養水準の変化に適応する範囲が広がることが示唆された。黒田ら(1979)⁶¹⁾は2～8産の黒毛和種を用いて、分娩前後のTDN給与水準(日本飼養標準の60～120%)と発情回帰日数との関係について検討した結果、TDN給与水準を異にする区間と発情回帰日数に有意差は認められなかったと報告しており、若齢牛は栄養不足に敏感であるが、壮齢牛ではかなりの低栄養でも適応し得るのではないかと推察している。また、岩崎(1986)⁵³⁾も類似の試験結果を報告している。本試験で得られた分娩後の初回排卵に及ぼす体重の効果からも産次の増加にともなって同様の傾向にあることが示唆され、黒田ら(1979)⁶¹⁾、岩崎(1986)⁵³⁾の試験結果が支持された。

乳量と分娩後の繁殖機能回復との関係については、乳牛で多くの解析がなされているが、乳量の増加にともない発情回帰が遅れるとする報告^{43, 59, 64, 94)}と、必ずしも関連しないとする報告⁵⁰⁾があり、一致した結論は得られていない。これには乳量の増加による栄養状態の変化も影響していると推察され、HANSEN et al.(1982)³⁵⁾は低栄養状態のときにのみ乳量と繁殖性の関連性が認められると報告している。島田ら(1986)¹⁰⁹⁾は黒毛和種で産子の増体量を乳量の指標とすると、30日齢までの乳量が増加、あるいは減少いずれの方向に変化しても発情回帰が遅れる可能性のあることを示唆している。また乳量がほぼ同一であっても、産子数、哺乳、搾乳などの違いによって卵巢機能回復は影響されることが報告¹³⁵⁾されている。そこで本試験で得られた重回帰式から初回排卵に及ぼす分娩直後体重、哺

乳量および哺乳回数との関係について検討した。その結果、哺乳量、哺乳回数の増加は卵巢機能回復を抑制し、とくに分娩直後体重が軽いほどその抑制効果が強くなることが示唆された。これらの関係は線形性であり、産子の増体量を指標とした島田ら(1986)¹⁰⁹⁾の報告とは必ずしも一致していなかった。

哺乳量は産子の発育量と密接な関係にあることから、放牧飼養などでは子牛の発育を改善するためにも哺乳量の多い母牛を選抜していく必要がある。さらに、このような哺乳量の増加によって卵巢機能回復の抑制効果も増幅されるが、1日当たりの哺乳回数を人為的に制限することにより、その抑制効果を相対的に軽減できることが示唆された。哺乳回数の制限により、卵巢機能回復を促進できることは報告されている^{2, 11, 100, 111, 122)}。また、この重回帰式から、哺乳回数の制限による卵巢機能回復は、体重が軽くて哺乳量が多い牛で、産次ではとくに初・2産次牛でその促進効果が期待できるものと考えられた。

さらに、自然哺乳では哺乳間隔時間のばらつきが大きく、卵巢機能回復を抑制していることが本試験の解析の結果明らかになった。そこで、哺乳回数を人為的にある特定の時間帯に制限することによって哺乳間隔時間の変動を減少させることが可能になり、その副次的効果も卵巢機能回復の促進に加わるものと推察された。

総哺乳時間が分娩後の初回排卵に及ぼす影響には2次の関係が認められた。総哺乳時間は哺乳回数と正の、哺乳量とは負の有意な相関を示し、さらに、哺乳量と哺乳回数とは負の相関関係にあった。しかしながら、総哺乳時間は哺乳回数によって規制される従属性の事象と考えられることから、基本的には分娩後の初回排卵に及ぼす

哺乳量と哺乳回数の両者の相互効果が表面的に総哺乳時間として表されているものと推察された。このような相関関係があるのに一方を固定して他を大きく変化させることは非現実的であるが、他の変数とは独立にある変数を変化させることは回帰モデルにおけるその変数の特性を推察するのに有効と考えられる。その結果、哺乳量が増加すると哺乳回数は減少するために、初回排卵に及ぼす抑制効果は相対的に減少し、一方、哺乳量が減少すると哺乳回数は増加するが、哺乳量の減少による初回排卵に及ぼす抑制効果が減少することから、これら両者の関係が総哺乳時間が長くても、あるいは短くても分娩後の初回排卵までの日数が短くなる2次の関係となって示されたと推察された。

以上の結果、分娩後の初回排卵日数に及ぼす産次、体重、哺乳量や哺乳回数などの特性とその相互の関連性がより明らかとなり、得られた重回帰式も肉用牛の分娩後の繁殖機能回復に関連する多くの報告と、矛盾していないことが示唆された。

第4節 子宮修復に及ぼす哺乳の影響

肉用繁殖牛における分娩後の子宮修復程度は、卵巢機能回復とともに分娩後の受胎促進に重要な意義を持つ。前節においては卵巢機能回復に及ぼす産次、哺乳量、哺乳刺激ならびに分娩後の体重の変化の影響などについて明らかにしてきた。本節では子宮修復の進行に関与すると考えられる分娩後10日目の哺乳に関係する要因と子宮修復までの日数の関係について重回帰分析を行い、それらの要因の

子宮修復に及ぼす影響を検討した。

I 材料および方法

第2節で供試した黒毛和種延べ66頭について、分娩後約7日目より週に2回、直腸検査により子宮修復完了までの日数を調査した。

子宮修復に影響を及ぼす要因と子宮修復との関係は、分娩後の子宮修復が完了するまでの日数を目的変数として、各種要因の変数を説明変数とする変数減少法による重回帰分析により解析した。説明変数として取り上げた要因は、産次 (x_1)、分娩月 (x_2)、母牛の分娩直後の体重 (x_3)、分娩直後体重と分娩後10日目の母牛の体重の差 (以下10日目体重と略 x_4)、10日目における1日当たりの哺乳量 (x_5)、哺乳回数 (x_6)、総哺乳時間 (x_7)、哺乳間隔時間の変動 (x_8) の8変数である。なお、哺乳間隔時間の変動は変動係数で示した。また、これら説明変数の測定値は第2節で計測した値である。

II 結果

初産から9産次における分娩後の子宮修復までの日数は表23に示すように、産次の増加にともなって子宮修復までの日数は遅延する傾向が認められた。各産次内の子宮修復日数のばらつきは6～11日、平均8.7日と小さかった。

次に重回帰分析に用いた各変数の基礎統計量を表24に示した。10日目体重は平均 -9.2kg を示したが、その範囲は $-35.7\sim+17.0\text{kg}$ と

Table 23. The days required from calving to uterine involution at first to ninth calving number in Japanese Black cows which used in multiple regression analysis

Parity	No. of cows	Days from calving to uterine involution
1	9	29.7 \pm 2.3 (25 - 32) a
2	14	35.6 \pm 3.6 (30 - 42) b
3	11	38.8 \pm 3.0 (33 - 44) ac
4	12	39.4 \pm 4.1 (34 - 47) ad
5	8	42.1 \pm 3.6 (38 - 48) a
6	3	44.0 \pm 3.5 (40 - 46) ab
7	3	47.0 \pm 3.6 (43 - 50) abcd
8	4	47.3 \pm 3.3 (44 - 51) abcd
9	2	45.0 \pm 4.2 (42 - 48) abcd

Values are mean \pm S.D., Number in parentheses indicate the range. Same subscripts indicate statistically different subset ($P < 0.05$).

大きくばらついていた。10日目の1日当たり哺乳量は平均5.6kgであったが、最大値と最小値の差は6.7kgにおよんだ。哺乳回数および総哺乳時間も最大値と最小値の差は大きい傾向にあった。子宮修復までの日数は平均 38.7 ± 6.0 日であった。

変数相互間の相関係数を表25に示した。子宮修復までの日数(Y)と産次(x_1)、分娩直後体重(x_3)および哺乳量(x_5)との間には有意($p < 0.01$)な正の相関が認められた。その他の変数との間には哺乳間隔時間の変動(x_8)を除き、すべて負の相関関係であったが有意ではなかった。また、産次(x_1)と分娩直後体重(x_3)には有意($p < 0.01$)な正の相関がみられた。

変数減少法により行った重回帰分析の経過を表26に示した。この過程で重相関係数は0.932から0.925に減少しているが、自由度調

Table 24. Fundamental statistics of variables for multiple regression analysis

	Mean	Minimum	Maximum	S.D.
Parity (X_1)	3.7	1	9	2.2
Month of parturition (X_2)	6.4	1	12	3.4
Body weight at just after calving (kg) (X_3)	441.1	315.0	561.0	55.4
Body weight loss (kg) (X_4)	-9.2	-35.7	+17.0	13.6
Milk yield at 10 postpartum days (kg/day) (X_5)	5.6	1.9	8.6	1.3
Number of suckling events (times/day) (X_6)	8.3	3	16	2.6
Total suckling time (min./day) (X_7)	66.2	12.5	164.8	30.6
Fluctuations of suckling interval time (%) (X_8)	46.3	14.2	99.7	18.9
Days from calving to uterine involution (days) (Y)	38.7	25	51	6.0

Body weight loss from just after calving to 10 postpartum days. Number of suckling events, total suckling time and fluctuations of suckling interval were observed at 10 postpartum days, and fluctuations of suckling interval time showed coefficient of variation.

Table 25. Correlation matrix of variables for uterine involution

Variables	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈	Y
X ₁	0.161	0.550**	-0.244*	0.052	0.076	0.100	0.317	0.792**
X ₂		-0.064	0.199	-0.237	-0.256*	-0.024	-0.197	0.023
X ₃			-0.543**	0.146	-0.029	-0.078	0.291*	0.505**
X ₄				-0.326**	-0.035	0.056	-0.194	-0.399**
X ₅					-0.167	-0.238	-0.138	0.493**
X ₆						0.790**	0.400**	-0.172
X ₇							0.236	-0.180
X ₈								0.162

*:P<0.05, **:P<0.01

Table 26. Multiple regression analysis by backward procedure

Step	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈	Mult-R	100R*(%)
1	*	n	n	n	*	n	n	n	0.932	84.96
2	*	n	n	n	*	n	n		0.931	85.16
3	*		n	n	*	n	n		0.931	85.32
4	*			n	*	*	n		0.930	85.40
5	*			n	*	*			0.930	85.44
6	*				*	*			0.925	85.00

Partial regression coefficients retained were indicated "*" as significance and "n" as no significance. 100R*:Multiple correlation coefficient adjusted by degrees of freedom.

Table 27. Variance analysis for multiple regression

S.V.	D.F.	S.S.	M.S.	F
Regression	3	1975.086	658.363	123.373**
Residual	62	330.853	5.336	
Total	65	2305.939		

**: $P < 0.01$

Table 28. Partial regression coefficients for the interval from calving to uterine involution

Independent variable	B	Std. B	T value	Relative importance (%)
Parity (X_1)	2.152	0.782	16.175	75.2
Milk yield at 10 postpartum days (kg/day) (X_5)	1.959	0.425	8.694	21.7
Number of suckling events (times/day) (X_6)	-0.361	-0.160	-3.271	3.1
Constant	22.633		13.037	

B: Partial regression coefficient, Std. B: Standard Partial regression coefficient.

整後の寄与率（100R²）は85%前後でほぼ一定していた。最終的には産次（ x_1 ）、哺乳量（ x_5 ）および哺乳回数（ x_6 ）の3説明変数で、自由度調整後の寄与率が85.0%の重回帰式が得られた。また、これらの説明変数の偏回帰係数はすべて有意であった。なお、変数増減法ならびに各説明変数を2次変換して重回帰分析を行っても同じ重回帰式が得られた。表27は重回帰分析に関する分散分析表、表28は最終的に得られた重回帰式の偏回帰係数と相対寄与率を示したものである。回帰成分は残差よりも0.1%水準で有意に大きいと判断され、重回帰式は以下のように示された。

$$Y=22.633+2.152X_1+1.959X_5-0.361X_6$$

Y：子宮修復までの日数、 X_1 ：産次、 X_5 ：哺乳量、 X_6 ：哺乳回数
相対寄与率は産次（ x_1 ）が75.2%と最も大きく、次いで哺乳量（ x_5 ）の21.7%、哺乳回数（ x_6 ）の3.1%であった。本式から、産次および哺乳量の増加は子宮修復までの日数を増加させ、哺乳回数は減少させることが示唆された。さらに得られた重回帰式の性質を調べるため、各変数を観測値の範囲内で変化させ、子宮修復までの日数の推定値を求めた。哺乳量および哺乳回数に平均値を代入すると、初産の子宮修復までの日数は30.7であるが、9産次になると47.9日となることが推定された。また、哺乳量1kgの増加は子宮修復を約2.0日遅延させるが、哺乳回数が1回増加すると約0.4日短縮することが示唆された。

III 考察

超音波断層法あるいは直腸検査による分娩後の子宮修復を解析し

た結果、分娩後約20日目までの子宮修復の進行状態がその後の子宮修復までの日数に大きく関与することを明らかにしてきた。そこで本試験においては子宮修復に及ぼす要因を明らかにする目的で、産次、体重の変動、分娩後10日目における哺乳量や哺乳回数などの哺乳行動を説明変数とする重回帰分析により検討した。その結果子宮修復までの日数は産次、哺乳量、哺乳回数の3説明変数でかなり説明でき、それら3変数の寄与率(100R²)は85.0%であった。分娩直後体重が子宮修復までの日数と有意な相関関係があったにも関わらず取り込まれなかったのは、産次と分娩直後体重に有意な相関があり、子宮修復とは産次の方がより強い相関が認められたためと推察された。また、この回帰式から産次、哺乳量の増加は子宮修復に対して抑制的に、哺乳回数の増加は促進的に作用することが示唆された。

分娩後の子宮修復が産次の増加にともなって遅延する傾向を示すことは第2章第4節で検討した結果とよく一致していた。

乳量の増加が子宮修復に及ぼす直接的な因果関係には不明の部分が多いが、檜垣ら(1959)⁴⁰⁾は乳牛で、また、USHANI et al(1985)³¹⁾もNili-Ravi種で乳量の多い程子宮修復が遅れる傾向にあることを示唆している。本試験で得られた重回帰式からも乳量の増加にともなって子宮修復は遅延することが示唆された。

一方、搾乳や哺乳頻度と子宮修復の関係について、WILT BANKU & COOK(1958)¹⁴²⁾、CASIDA(1968)¹³⁾は乳牛で子牛に自然哺乳させると、1日2回搾乳した場合より子宮修復までの日数が若干短くなると報告している。また、OXENREIDER & WAGNER(1971)⁹⁶⁾は、分娩後直ちに乾乳した牛の子宮重量は、搾乳牛に比べて重かったと報告している。

また、哺乳によってもたらされた刺激によりオキシトシンが分泌され、それが子宮修復になんらかの役割を果していると考えられている。これらの報告から、搾乳や哺乳頻度の減少は子宮修復の進行を抑制すると考えられ、本試験で得られた重回帰式はこれらの現象と適合しているものと推察された。

しかしながら、分娩後の子宮修復が産次、哺乳量、哺乳回数の3説明変数でかなり説明できたのに対して、第3節で分析したこれら同一牛における分娩後の初回排卵までの日数は、2次の項を含む7つの説明変数が必要とされ、その寄与率も子宮修復に比べて低かった。分娩後の初回排卵には哺乳にともなう総哺乳時間や哺乳間隔時間の変動なども重要な要因となっていたが、子宮修復では哺乳回数 of 頻度だけがその意義を有していた。さらに、哺乳量の増加は子宮修復や初回排卵日数を抑制させることは一致していたが、産次の増加は子宮修復を抑制するのに対して、初回排卵に対しては促進的に作用することが示唆された。また、哺乳回数の増加は子宮修復に対して促進的に、初回排卵に対しては抑制的に作用する2面性のあることが推察された。さらに子宮修復において、体重の関係する要因が重回帰式に取り込まれなかったことについては、分娩後の初回排卵が分娩前後の栄養状態を示す指標と考えられる体重の変動に大きく影響されるのと対照的であった。

第5節 子宮修復に及ぼす分娩直後離乳および制限哺乳の影響

分娩後の子宮修復に及ぼす要因の重回帰分析の結果、子宮修復は

哺乳量や哺乳回数などの哺乳刺激によって、大きく影響されることが示唆された。そこで、本節ではこれらの回帰モデルを確認し、子宮修復の程度が組織学的にどのように関連するのかを明らかにするため、まず分娩直後離乳や1日2回の哺乳回数制限が子宮修復に及ぼす影響について試験を行った。さらに、1日2回の哺乳回数の制限および自然哺乳牛については、分娩後30日目に子宮を摘出して、組織学的な検討を加えた。

I 材料および方法

試験1：分娩直後離乳が子宮修復に及ぼす影響を明らかにするため、黒毛和種16頭を用い、8頭は分娩直後に離乳し、8頭は自然哺乳させた。これら2試験区における各産次の供試頭数は同一であり、平均5.3産であった。子宮修復の進行は直腸検査により分娩後7日目より週に2回、子宮修復が完了するまで定期的に行った。また、膣鏡を用いて、膣内に貯留している悪露の排出状況を観察した。

試験2：次に哺乳回数の制限が子宮修復に及ぼす影響を検討するため、3産次の無角和種6頭を供試し、3頭は分娩後3日目より9時と16時の1日2回に哺乳回数を制限し（制限哺乳）、3頭は自然哺乳させた（自然哺乳）。体重は分娩直後および30日目に計測した。

制限および自然哺乳の哺乳量は分娩後6、19、26日目の9時と16時の1日2回、産子の哺乳前後の体重差法によって測定し、その合計を1日当たり哺乳量とした。自然哺乳牛においては各測定日の前日9時に親子分離し、16時に哺乳させた後、再び親子分離してから

翌日哺乳量の測定を行った。

自然哺乳牛における哺乳行動は分娩後9、19、29日目の9時より24時間連続してビデオテープレコーダーに記録して解析した。分析した項目は1日当たりの哺乳回数、1回毎の哺乳時間および1日当たりの総哺乳時間である。一方、制限哺乳牛では、各測定日の哺乳時に哺乳時間を測定した。

卵巣の状態および子宮修復の進行は分娩後8日目より3日間間隔で直腸検査で調べた。また、30日目に屠殺後子宮を摘出して形態的および組織学的な検索を行った。分娩後30日目に摘出した子宮は形態的な観察の後、子宮角中央部を10%ホルマリン液で固定し、パラフィン包埋後、10 μ mの連続組織切片を作製し、Masson染色Goldner変法による染色を行った。子宮内膜を含む子宮内膜腔の断面積は5部位を各々10回、プランニメーターによって測定した。子宮筋層、子宮小丘および子宮小丘間の子宮内膜表面上皮の厚さは、任意に各々50部位をマイクロプランニメーターで測定した。

II 結果

試験1：分娩直後離乳が子宮修復に及ぼす影響

分娩直後離乳および自然哺乳牛の子宮修復に要した日数は表29に示した。両試験区ともに、子宮修復までの日数が産次の増加にともない増加する傾向は一致していたが、各産次群ともに分娩直後離乳牛の子宮修復は自然哺乳牛に比べて明らかに遅延していた。その結果、分娩直後離乳牛の子宮修復は自然哺乳牛に比べて平均6.5日遅延し、その差は統計的に有意($P < 0.05$)であった。一方、悪露の消失時期は

試験区や産次による違いが明らかでなかった。

分娩直後離乳および自然哺乳牛における分娩後の経過日数にともなう妊角の子宮修復の進行パターンを比較するため、3次の直交多項式に当てはめて解析した結果、以下の回帰式が得られた。

分娩直後離乳牛

$$Y = -22.1768 + 42.3198 \ln X - 16.2944 (\ln X)^2 + 1.8248 (\ln X)^3$$

$$(R^2 = 0.9463)$$

自然哺乳牛

$$Y = -12.8606 + 34.1222 \ln X - 14.5038 (\ln X)^2 + 1.7554 (\ln X)^3$$

$$(R^2 = 0.9349)$$

図21にその回帰曲線を示した。この回帰式によれば、自然哺乳牛の分娩後10、20および30日目の妊角中央部の直径は各々10.2、6.4、4.4cmであった。分娩後20日目までの妊角の直径の減少は、それ以降の日数に比べて急激であった。

分娩直後離乳牛の10、20および30日目における妊角の直径は各々13.2、7.4、5.0cmと推定された。分娩後11日目以降における妊角の直径の減少数は、分娩直後離乳および自然哺乳牛で大きな違いは認めることができなかった。一方、分娩後7～10日目の妊角の直径の減少数は明らかに分娩直後離乳牛で小さかった。

試験2： 哺乳回数の制限と子宮修復の関係

1) 体重、哺乳量、哺乳行動の推移

制限哺乳および自然哺乳牛における分娩直後の体重は平均474kg、468kgを示し、分娩後30日目においてもほぼ分娩直後の体重で推移した。また、出生時の子牛の体重は制限哺乳牛では平均36.2kg、自然哺乳牛では平均34.4kgであり、生時から30日齢までの1日平均増体

Table 29. Interval from calving to involution of uterus and disappearance of lochia in suckled and non-suckled beef cows

Experimental group ¹⁾	Calving no.	No. of cows	Involution of uterus (days)	Disappearance of lochia (days)
Non-suckled	1	2	39.5 ²⁾	14.0
	2 - 5	2	44.5	15.5
	6 - 10	4	48.3	17.7
	(Total)	8	43.6 ± 3.4 ^a	16.0 ± 2.2
<hr/>				
Suckled	1	2	31.5	15.0
	2 - 5	2	37.5	14.0
	6 - 10	4	40.5	20.0
	(Total)	8	37.5 ± 5.8 ^b	17.3 ± 4.0

1): Non-suckled cows weaned their calves without any suckling and milking just after calving, and suckled cows were allowed to suck with their calves ad libitum.

2) Values are mean or mean ± S.D., a and b: $P < 0.05$

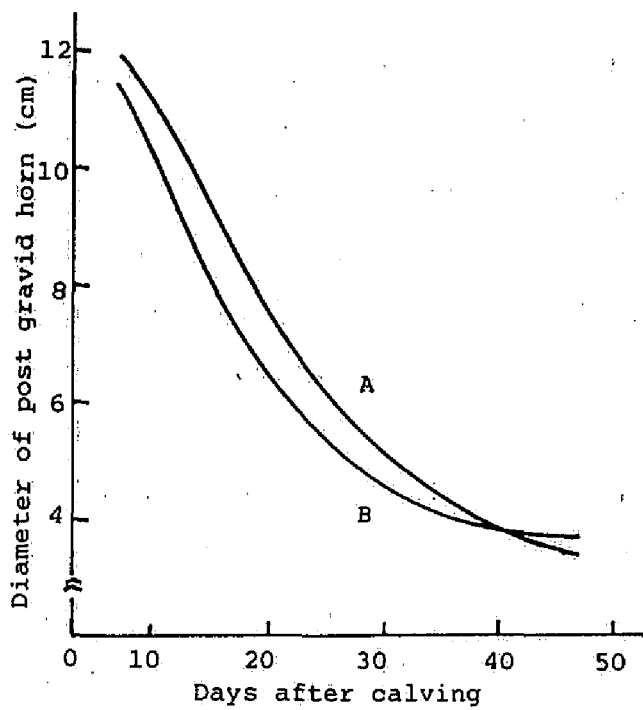


Fig. 21. Involutionary progress curves of uterus in suckled and non-suckled beef cows. A: Non-suckled cows, B: suckled cows.

量はともに平均0.80kgであった。両試験区の供試牛の栄養状態はおむね良好な状態で推移し、子牛の体重や発育性についても試験区による違いは認められなかった。

哺乳量、哺乳回数および総哺乳時間の推移は表30に示した。制限哺乳および自然哺乳牛における1日当たり哺乳量は各々6.0～7.9 kg、5.2～7.0kgの範囲を示し、両試験区に明らかな差を認めなかった。

自然哺乳牛における1日当たりの哺乳回数は3回の測定を通じて7～12回であり、分娩後の日数による違いはほとんどなかった。哺乳時間は分娩後の経過日数にともない長くなる傾向を示した。一方、制限哺乳牛においては分娩後9日目が最も長くなり、自然哺乳牛と逆の傾向が認められた。制限哺乳牛の総哺乳時間は自然哺乳牛に比べて平均37.0～74.1分少なかった。

2) 卵巣の状態

制限哺乳の1号牛は、分娩後23日目に発情が回帰し、24日目に初回排卵した。制限哺乳の1号牛を除く、両試験区のその他の牛は卵胞の発育が認められるものの排卵にまで至らず、発情も回帰しなかった。30日目の卵巣の状態は、1号牛において18×22mmの黄体と直径15mmの卵胞が形成されていた。その他の牛には直径10～16mmの卵胞が1～3個形成されていた。

3) 分娩後の子宮修復の進行

分娩後の子宮角中央部における子宮角幅の推移は分娩後の経過日数を自然対数変換して3次の回帰式に当てはめた結果、両試験区の妊角、非妊角について以下に示すような式が得られた。

制限哺乳牛

$$\begin{aligned} \text{妊角：} \quad Y = & -3.1503 + 23.1789 \ln X - 9.5688 (\ln X)^2 \\ & + 0.9979 (\ln X)^3; R^2 = 0.995 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{非妊角：} \quad Y = & -45.2065 + 70.0473 \ln X - 27.6284 (\ln X)^2 \\ & + 3.2987 (\ln X)^3; R^2 = 0.995 \end{aligned}$$

自然哺乳牛

$$\begin{aligned} \text{妊角：} \quad Y = & -53.2194 + 83.1058 \ln X - 33.3332 (\ln X)^2 \\ & + 4.0565 (\ln X)^3; R^2 = 0.994 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{非妊角：} \quad Y = & -36.2057 + 67.3949 \ln X - 30.0574 (\ln X)^2 \\ & + 4.0112 (\ln X)^3; R^2 = 0.996 \end{aligned}$$

図22にその曲線回帰を示したが、すでに分娩後8日目において、子宮角幅は自然哺乳牛に比べ制限哺乳牛の方が大きかった。子宮修復の進行は自然哺乳牛に比べて制限哺乳牛の方が緩慢であり、29日目においても制限哺乳牛の修復程度は遅延していた。自然哺乳の妊角と制限哺乳の非妊角とは分娩後約20日目にほぼ同じ大きさとなり、その後の修復パターンも類似していた。自然哺乳の非妊角は、26日目以降子宮角幅の減少が認められなくなり、一定の値で推移した。

4) 子宮修復の程度と組織所見

分娩後30日目に摘出した子宮修復の程度には個体差も認められたが、代表例として写真11（制限哺乳）および写真12（自然哺乳）に示したように、制限哺乳牛が自然哺乳牛に比べて明らかに修復の程度が遅延していた。制限哺乳牛の子宮は妊角と非妊角の差が明瞭であり、子宮表面は充血の程度が著しかった。自然哺乳牛の子宮表面の充血程度は軽度であった。

子宮頸管、子宮および卵巣の測定値を表31に示した。子宮頸管重量、子宮重量、子宮角中央部の直径および子宮角の長さはいずれも

Table 30. Milk yield, number of suckling events and total suckling time at various postpartum days in restricted suckling and control in Japanese Polled cows

	Postpartum days	Restricted suckling	Control
Milk yield (kg/day)	6	6.9 \pm 0.9*	6.3 \pm 0.6
	16	6.9 \pm 0.4	5.9 \pm 0.9
	26	6.7 \pm 0.7	6.2 \pm 0.8
Number of suckling events (times/day)	9	2	9.0 \pm 1.0
	19	2	9.3 \pm 2.5
	29	2	8.7 \pm 0.6
Total suckling time (min./day)	9	28.4 \pm 8.6	65.4 \pm 22.5
	19	25.5 \pm 11.3	91.0 \pm 23.7
	29	22.1 \pm 3.5	95.8 \pm 7.2

*: Mean \pm S.D.

Table 31. The weight and size of cervix,uteri and ovary on restricted suckling and control cows at 30 days postpartum

	Restricted suckling	Control
Cervical weight (g)	163.3 \pm 11.5	133.3 \pm 6.3
Uterine weight (g)	417.3 \pm 54.6	326.6 \pm 22.5
Diameter of uterine horn at (cm);		
gravid horn	4.5 \pm 0.1	3.1 \pm 0.4
non-gravid horn	3.4 \pm 0.3	2.9 \pm 0.5
Length of uterine horn at (cm);		
gravid horn	30.7 \pm 1.2	26.7 \pm 2.3
non-gravid horn	26.3 \pm 2.3	24.2 \pm 2.3
Thickness of myometrium at (mm);		
gravid horn	4.8 \pm 0.8	6.0 \pm 0.2
non-gravid ho	5.3 \pm 1.0	6.4 \pm 0.7
Cross-sectional area of endometrial lumen at (mm);		
gravid horn	176.0 \pm 3.6	136.3 \pm 18.5
non-gravid ho	126.7 \pm 27.0	114.0 \pm 4.4
Ovarian weight at (g);		
right	6.3 \pm 5.2	8.3 \pm 2.9
left	6.3 \pm 5.2	6.7 \pm 2.9

Values are mean \pm S.D.

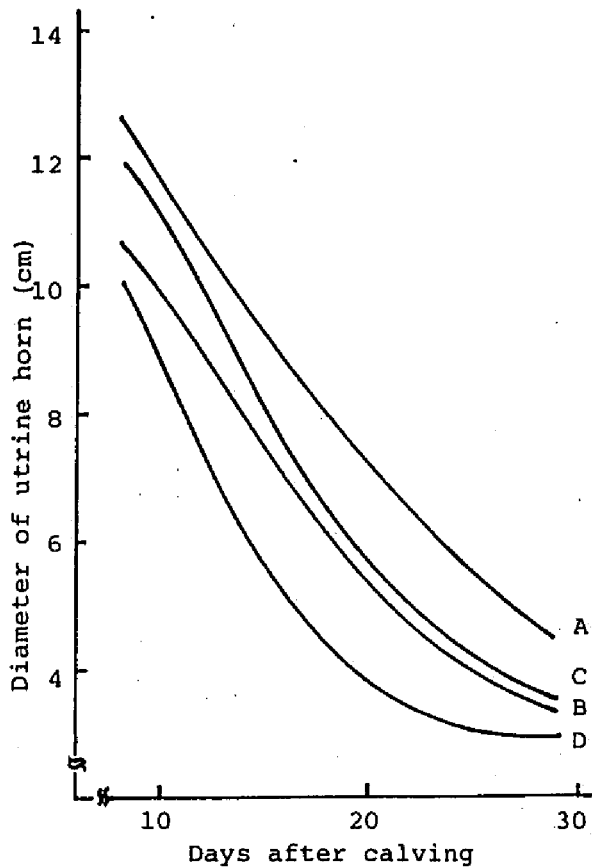


Fig. 22. The rate of regression of postpartum uterus in restricted and control cows examined by rectal palpation.
 A: post gravid horn in restricted cows,
 B: post non gravid horn in restricted cows,
 C: post gravid horn in control cows,
 D: post non-gravid horn in control cows.

Table 32. Height of surface epithelium in restricted suckling and control cows at 30 days postpartum

Cow number	Gravid horn		Non-gravid horn	
	Caruncular zone	Intercaruncular zone	Caruncular zone	Intercaruncular zone
Restricted suckling				
1*	28.2 ± 2.6**	33.0 ± 3.9	30.1 ± 3.5	35.2 ± 3.1
2	22.3 ± 6.6	17.0 ± 2.7	19.0 ± 3.3	17.7 ± 3.3
3	18.6 ± 3.7	18.2 ± 8.6	14.1 ± 2.7	15.4 ± 3.8
Control				
4	16.6 ± 2.1	19.7 ± 3.5	21.3 ± 3.5	23.2 ± 3.6
5	17.4 ± 2.3	17.1 ± 2.0	17.6 ± 2.8	21.2 ± 2.5
6	16.6 ± 1.8	18.9 ± 2.9	15.9 ± 2.4	18.3 ± 2.6

*;The first ovulation occurred at 24 days postpartum, while in the other cows did not occur the ovulation within 30 days postpartum. **;µm, Values are mean ± S.D.

制限哺乳牛で大きかった。制限哺乳牛における非妊角の子宮角の直径、子宮角の長さはほぼ自然哺乳牛の妊角と等しい値であった。一方、子宮筋層の厚さは制限哺乳牛の方が自然哺乳牛に比べて薄かった。制限哺乳牛における子宮内膜腔は、写真13に示すように空洞が認められる個体もあったが、自然哺乳牛にはそのような空洞が存在しなかった。子宮内膜腔の断面積は制限哺乳牛の方が大きくなった。卵巢重量は両者に明確な違いを認めなかった。

子宮内膜表面上皮の高さの測定値は表32に示すように、妊角よりも非妊角の方が、また子宮小丘部位に比べて子宮小丘間部位の方がいずれも高い傾向にあった。しかし、その高さは写真14にも示すように、分娩後24日目に初回排卵した1号牛が平均 $28.2 \sim 35.2 \mu\text{m}$ であったのに対し、写真15に示した初回排卵にまで至らなかった制限哺乳と自然哺乳の2～6号牛は、平均 $14.1 \sim 23.2 \mu\text{m}$ と低かった。

子宮内膜には制限哺乳、自然哺乳牛ともに写真16に示すような食細胞や、写真17に示したリンパ球細胞が多数認められた。それらの細胞は基底層により多く集合していた。子宮内膜の血管は収縮が不十分であり、また、写真18に示したように、制限哺乳と自然哺乳牛の各1頭において、肉眼的には観察されなかった微細な悪露が子宮小丘間部位に存在していた。

III 考 察

自然哺乳牛の子宮修復までの日数は平均37.5日を示し、第2章の第2、第3節および本章の第4節において測定した範囲内にあった。また、産次の増加にともなう子宮修復に要するについてもほぼ一致

していたが、分娩直後離乳牛の子宮修復は、自然哺乳牛に比べて明らかに遅延していた。OXENREIDER(1968)⁹⁵⁾ およびMOLLER(1970)⁷⁴⁾ は哺乳刺激と子宮修復との関連性は認められないと報告しているが、岡野ら(1981)⁹¹⁾ は初産牛において分娩直後に離乳して、44日目に屠殺して子宮の形態を観察した結果、初産の自然哺乳牛に比べて子宮修復の程度は遅延していることを報告している。分娩後の子宮修復は産次による影響も大きいことを明らかにしてきたが、OXENREIDER(1968)⁹⁵⁾、MOLLER(1970)⁷⁴⁾ はそれらの点については検討しておらず、その結果、哺乳刺激との影響を分析し得なかったものと推察される。

次に、分娩直後離乳牛の子宮修復の遅延が分娩後のどの時期に最も影響されるかについて、分娩後の経過日数にともなう子宮修復の回帰式から検討した。その結果、分娩直後離乳および自然哺乳の子宮修復のパターンに大きな違いは認められなかったが、分娩直後離乳牛では自然哺乳牛に比べ子宮角幅の減少が、とくに10日目頃まで小さい傾向が認められ、その結果子宮修復に要する日数も増加することが示唆された。子宮修復の進行パターンについては前章の第3節で明らかにしたが、GIER and MARION(1968)²⁹⁾ も指摘しているように、分娩後の早い時期は子宮修復が急速に進行する重要な時期であると考えられている。分娩後10日目頃までの子宮修復が分娩直後に離乳すると遅延する傾向にあり、哺乳刺激の欠除または泌乳の停止による子宮修復に及ぼす影響は、分娩後の早い時期に、より大きく影響しているものと推察された。

さらに、哺乳回数を1日2回に制限するとともに哺乳量や哺乳行動を測定し、哺乳刺激が子宮修復に及ぼす影響について検討を加え

た。

2産次の無角和種を供試した本試験における自然哺乳牛の1日当たり哺乳回数、総哺乳時間は本章の第2節で測定した範囲内にあった。また、哺乳量はいずれの供試牛においても無角和種の平均値的な乳量の範囲内⁹⁸⁾であった。また、制限哺乳牛および自然哺乳とも供試牛の産次、体重、産子の生時体重やその発育などはほぼ同一であったことから、自然哺乳牛では1日2回の制限哺乳牛に比べて、平均7回多く哺乳刺激が加わり、そのことが子宮修復の差となって表れくるものと推察される。

制限哺乳牛の子宮修復は直腸検査によって調べた子宮角幅修復のパターンから、自然哺乳牛に比べて遅延することが示唆された。また、回帰式によって求めた分娩後29日目の子宮角幅は制限哺乳の妊角で4.5 cm、非妊角で3.3cmとなり、自然哺乳では各々3.6cm, 3.1cmであった。回帰式による推定値と30日目に子宮を摘出して計測した値との間の誤差は、最大0.5cmの範囲内にあり、よく一致していた。

分娩後30日目に摘出した子宮の重量、子宮角中央部の直径および子宮角の長さは、いずれも自然哺乳に比べて制限哺乳牛の方が大きな値を示し、直腸検査の結果と同様に、制限哺乳牛の子宮修復の程度は明らかに遅れていた。GIER & MARION(1968)²⁹⁾はホルスタイン種において、分娩後30日目の子宮重量は900g、妊角子宮の長さは26 cm、その直径は5cmであったと報告している。また、岡野ら(1981)⁹⁾は分娩後29日目の黒毛和種初産牛で、子宮重量は245g、妊角の直径は4.8cmと報告している。本試験の自然哺乳牛における数値には若干の違いが認められたが、その違いは品種や産次の違いによるものと推察される。

Mochow & Oids (1966)⁷²⁾ は子宮筋層の厚さは産次の増加にともなうて厚くなる傾向を示し、乳牛における3産次の子宮筋層の厚さは5.59mmであったと報告している。分娩後の経過日数にともなう子宮筋層の厚さの変化について報告された例はないが、本試験における制限哺乳牛は妊角、非妊角ともにこれより薄く、自然哺乳牛は厚かった。また、制限哺乳牛は筋層の厚さに比べ血管層が厚い傾向を示していた。さらに、子宮内膜腔の断面積が制限哺乳牛で大きな値を示したことから、制限哺乳牛の子宮は自然哺乳牛の子宮に比べて拡張、伸張した状態にあることが組織学的にも認められた。

URIAMARINOU & LOVELL (1968)¹³⁸⁾ は、子宮内膜表面上皮の高さの性周期中の変化について、発情期には15 μ m と低い、発情後6日目には30 μ m になり、16日目までその高さが維持されると報告している。本試験における発情後7日目の1号牛の表面上皮の高さは、URIAMARINOU & LOVELL (1968)¹³⁸⁾ が示した値とほぼ同等であったことから、分娩後の初回排卵後における場合も正常性周期における卵巣の機能的変化と一致しているものと推察された。一方、卵巣の発育が認められるものの排卵にまで至らなかった2～6号牛の表面上皮の高さは、OKANO & FUKUHARA (1980)⁹²⁾ によって報告された卵巣静止状態にある牛の分娩後29日目の結果と類似していた。これらの結果から、子宮内膜表面上皮の高さは、子宮修復の程度よりも卵巣機能の状態に強く影響されるものと推察された。

一方、制限哺乳および自然哺乳牛ともに、分娩後30日目の子宮内膜中には食細胞やリンパ球細胞が多数認められた。これらの細胞は分娩後の子宮修復程度の指標となることが示唆されており^{18, 92)}、出現しなくなるのは自然哺乳牛においても46日以降であることが報

告されている⁹²⁾。また、血管の拡張や悪露の存在などからも、いずれの供試牛の子宮も機能的な修復は未完了であるものと考えられた。しかし、これら子宮内膜の組織所見のみから、形態的な子宮修復の程度を正確に判定することは困難であった。

以上の結果、分娩直後離乳や1日2回の哺乳回数の制限は子宮の形態的な修復を抑制することが明らかとなった。また、これらの結果は前節における分娩後の子宮修復に関連する重回帰分析の結果と一致するものであり、哺乳刺激は子宮修復に対し促進的に働くことを示唆したものと考えられた。一方、分娩後30日目における子宮内膜表面上皮の高さは卵巢機能により影響され、形態的な子宮修復の程度とは必ずしも一致していないことが示唆された。

第6節 小 括

本章では肉用牛の分娩後の卵巢機能回復や子宮修復に及ぼす哺乳量、哺乳回数、産次および体重の増減の影響を検討するため、延べ66頭の黒毛和種を用いて、まず分娩後の経過日数にともなう哺乳回数などの哺乳行動や哺乳量の推移を明らかにした。次に重回帰分析により初回排卵や子宮修復に及ぼすそれらの影響について解析した。さらに、子宮修復に及ぼす分娩直後離乳や1日2回の制限哺乳の影響について、直腸検査や組織学的な変化の点から検討した。主な結果は以下のとおりである。

1. 分娩後10、30、60日目における哺乳回数は各々平均8.3、8.9、7.5回、1回ごとの平均哺乳時間は各々平均7.8、11.3、11.5分であ

った。総哺乳時間は30日目が平均100.1と最も長かった。哺乳間隔時間の変動は日数の経過とともに小さくなった。哺乳量は10日目が平均5.6kgであったものが、60日目には平均4.7kgに漸減した。

2. 哺乳回数、哺乳間隔時間の変動および哺乳量は個体、日数、産次間差異が認められ、総哺乳時間は日数と産次間差異が認められた。また、1回ごとの平均哺乳時間には日数間差異が認められた。

分娩後30日目と60日目の哺乳量と哺乳回数には有意な負の相関関係にあり、また、哺乳回数と総哺乳時間は正の有意な相関関係にあったことから、基本的には哺乳量が哺乳行動全般に影響を及ぼしているものと推察された。

3. 60日目までの累積乳量と子牛の1日当たり増体量とは有意($r=0.8914, P<0.01$)な相関を示した。

4. 分娩後の初回排卵までの日数は重回帰分析の結果、以下の重回帰式が得られた。

$$Y=37.157-1.842X_1-0.036X_3-0.112X_4+2.001X_5+0.521X_6 \\ +0.103X_8+0.364(X_1-3.7)^2-0.001(X_7-100.1)^2$$

Y: 分娩後の初回排卵までの日数、 X_1 : 産次、 X_3 : 分娩直後の母牛体重、 X_4 : 30日目体重、 X_5 : 哺乳量、 X_6 : 哺乳回数、 X_7 : 総哺乳時間、 X_8 : 哺乳間隔時間の変動

この重回帰式から、分娩後の初回排卵には産次、体重の変動、哺乳量および哺乳回数などの哺乳行動が相互に影響を及ぼしていることが明らかとなった。

5. 分娩後の子宮修復までの日数は

$$Y=22.633+2.152X_1+1.959X_5-0.361X_6$$

Y: 子宮修復までの日数、 X_1 : 産次、 X_5 : 哺乳量、 X_6 : 哺乳回数

の重回帰式で示された。子宮修復に関連する要因は初回排卵に影響を及ぼす要因に比べて少なかった。また、産次や哺乳回数の増加が子宮修復に促進的に働くことが示唆され、これらが抑制的に作用する卵巢機能回復との違いが明確に示唆された。

6. 分娩直後離乳および1日2回の制限哺乳牛の子宮修復は自然哺乳牛に比べて遅延していた。一方、子宮内膜表面上皮の高さは排卵後黄体が形成されていた牛でもっとも高く、形態的な子宮修復の程度とは関係が認められなかった。この結果、哺乳刺激は形態的な子宮修復に関与するが、子宮内膜表面上皮の機能は卵巢ホルモンによって影響されていることが示唆された。

第4章 早期離乳が分娩後の繁殖機能回復および子牛の発育に及ぼす影響

第1節 緒言

肉用牛の繁殖効率を向上させる上で、分娩後の発情回帰日数の短縮とその斉一化の果たす役割は大きい。前章で分娩後の卵巢機能回復や子宮修復には、哺乳量および哺乳回数などの哺乳刺激が関係することを明らかにしてきた。

そこで本試験は、分娩後の離乳時期の違いが卵巢機能回復や子宮修復に及ぼす影響について検討し、さらに、黄体形成刺激ホルモンの投与による卵巢機能回復促進の可能性について試験を行った。

また、早期離乳や受精卵移植による双子生産¹⁸⁵⁾などによって、肉用子牛の哺育育成法の確立が必要とされている。そこで、代用乳給与による黒毛和種子牛の発育性についても試験を実施した。

第2節 分娩後の卵巢機能および子宮修復に及ぼす早期離乳の影響

分娩後の離乳時期の違いが卵巢機能回復および子宮修復に及ぼす影響を明らかにするため、分娩後1週および4週目に子牛を離乳して比較検討した。また、それら早期離乳の効果と産次の関係についても検討した。

I 材料および方法

中国農業試験場畜産部で飼養した、初産から10産目の黒毛和種49頭を供試した。これら供試牛の分娩前の飼養は、いわゆる夏山冬里方式により行った。供試牛は分娩予定日の約10日前に開放牛舎に収容し、1頭当たりサイレージ20kg、稲わら2kg、配合飼料1～2kgを給与した。13頭は分娩後1週目（1週離乳区）に、17頭は分娩後4週目（4週離乳区）に親子分離した。また、19頭は6カ月齢まで自然哺乳させ、対照区とした。各試験区の産次と頭数は表33に示した。産次は1産、2～5産、6～10産に3区分した。

卵巢と子宮の状態は、分娩後5～7日目から週に2回定期的に直腸検査を行って調べた。また、排卵が予想される前後は連日直腸検査を行い、排卵日を確認した。分娩後の経過日数にともなう妊角幅の大きさの推移は、第2章第3節の方法に従って調べた。発情観察は朝と夕の2回行い、乗駕行動などの明確な発情徴候を示した牛を発情と判断した。発情徴候をとまなわずに排卵した場合は、無発情排卵とした。授精は分娩後の初回発情時から開始した。体重は分娩直後と、その後2週間間隔で測定した。

II 結果

1 分娩後の体重変化

1週離乳区、4週離乳区および対照区の分娩直後体重は各々平均 416.3 ± 36.8 、 434.0 ± 64.6 、 438.7 ± 77.2 kgであった。分娩後10週目までの体重の変化は、各試験区ともにその平均値は分娩直後の体重

Table 33. Number of cows used in the early weaning experiment

Weaning*	No. of cows	No. of cows at each calving number groups			Average calving number (Mean \pm S.D.)
		1	2-5	6-10	
1 week	13	3	5	5	4.6 \pm 3.0
4 week	17	3	6	8	5.0 \pm 2.9
Control	19	5	8	6	4.1 \pm 2.7

* 1 week and 4 week; calves were removed from their dams at 1 week and 4 weeks of age. Control were suckled with their calves ad libitum until 180 days of age.

がほぼ維持され、栄養状態は普通であった。しかし、各試験区とも個体間の体重の変動は大きかった。

2 卵巣機能回復

分娩後の卵巣機能回復の成績を表34に示した。1週、4週離乳区の初回排卵日数の範囲はそれぞれ分娩後11～35日、21～43日であった。対照区は22～155日の範囲を示し、1週離乳区に比べその差は統計的に有意($p<0.05$)であった。1週、4週離乳区における初回排卵日数のばらつきは対照区に比べて小さかった。初回排卵までの日数を産次間で比較すると、産次が増加するにともない試験区間の差は小さくなる傾向を示し、6～10産牛では平均値の比較で3日以内の差しか認められなかった。一方、初産牛では対照区の平均77.0日に比べ、1週および4週離乳区では明らかに初回排卵までの日数は短かった。

2回目排卵までの日数も初回排卵日数と同様な傾向を示し、1週離乳区と対照区の差は統計的に有意($p<0.05$)であった。

分娩後の発情回帰までの日数は、1週離乳区では15～46日の範囲であり、4週離乳区では28～47日であった。対照区は29～165日であり、1週、4週離乳区より大幅に遅延し、ばらつきも大きかった。しかし、発情回帰日数は産次が増加するにともなって試験区間の差は小さくなり、6～10産牛においては、各試験区の平均値の間に2.2～5.1日の差が認められただけであった。一方、初産牛における対照区の発情回帰日数は1週、4週離乳区より大幅に遅延し、その差は大きかった。

初回から3回目排卵までにおける排卵間隔の日数を表35に示した。初回から2回目排卵までの日数は平均11.8～13.6日を示し、2回か

Table 34. Effects of early weaning on the interval from calving to the first ovulation, second ovulation and first estrus in Japanese Black cows

		Calving no. groups			Mean \pm S.D.	
Weaning		1	2 - 5	6 - 10		
Interval(days) from calving to :						
first ovulation	1 Week	26.3 \pm 3.8	23.4 \pm 1.8	26.4 \pm 7.7	25.2 \pm 8.4 ^a	
	4 Week	35.7 \pm 7.0	31.6 \pm 6.0	29.1 \pm 6.8	31.0 \pm 6.7	
	Control	77.0 \pm 46.0	43.8 \pm 20.0	27.3 \pm 5.0	47.3 \pm 31.9 ^b	

Second ovulation	1 Week	45.0 \pm 6.6	36.2 \pm 15.1	37.8 \pm 7.2	37.5 \pm 11.2 ^a	
	4 Week	43.0 \pm 1.4	50.0 \pm 12.8	39.4 \pm 7.6	43.4 \pm 10.0	
	Control	87.2 \pm 46.5	56.5 \pm 17.4	37.5 \pm 9.7	58.6 \pm 31.6 ^b	

First estrus	1 Week	45.0 \pm 6.6	31.4 \pm 15.8	32.0 \pm 13.6	34.8 \pm 13.6 ^a	
	4 Week	38.7 \pm 8.4	39.2 \pm 9.0	37.1 \pm 7.4	38.1 \pm 7.7	
	Control	88.8 \pm 45.9	52.6 \pm 18.5	34.2 \pm 6.7	56.3 \pm 32.8 ^b	

Values are mean \pm S.D., a and b: $P < 0.05$, See the footnote given in Table 32.

Table 35. Interval in days from first to second ovulation and second to third ovulation in early weaning cows

	Weaning		
	1 Week	4 Week	Control
Interval in days from:			
1st to 2nd ovulation	13.6 ± 6.6^a	13.2 ± 6.5^a	11.8 ± 5.8^a
2nd to 3rd ovulation	21.5 ± 0.8^b	23.5 ± 4.2^b	22.1 ± 2.6^b

a and b: $P < 0.01$, Significance differences were not recognized among early weaning treatments.

ら3回目排卵までの平均21.5～23.5日に比べて明らかに短く、各試験区ともその差は統計的に有意($p<0.01$)であった。初回から2回目排卵までの日数は、4～28日の範囲にあり、15日未満が72.3%を占めていた。産次や分娩後の経過日数が異なっても、この傾向は同様に認められた。

3回目排卵時までの各排卵時における発情発現割合は表36に示した。初回排卵時には各試験区を通して21.1～29.4%の牛にしか発情

Table 36. The ratio of cows exhibiting the estrus at the first, second and third ovulation

	Weaning		
	1 week	4 Week	Control
The ratio of cows exhibiting the estrus at:			
1st ovulation	23.1	29.4	21.1
2nd ovulation	100.0	93.8	94.7
3rd ovulation	100.0	88.9	100.0

が認められず、他の牛は無発情排卵であった。2回目および3回目の排卵時には88.9～100.0%の牛が発情を示した。試験区および産次による差異は、とくに認められなかった。

3 子宮修復

分娩後の子宮修復までの日数は表37に示した。1週離乳区における子宮修復までの日数は、分娩後35～49日（平均 41.2 ± 4.9 日）であり、4週離乳区の28～47日（平均 38.9 ± 6.1 日）や対照区の24～47日（平均 37.2 ± 6.0 日）の値と比べ、遅延する傾向が認められた。1週離乳区と対照区の差は有意($p<0.05$)であった。また、各試験区とも産次が増加するにしたがって子宮修復までの日数は遅延する傾向が

Table 37. Influences of the early weaning for the days required from calving to uterine involution

Weaning	Calving no. groups			Mean \pm S.D.
	1	2 - 5	6 - 10	
1 Week	36.0 \pm 2.6	43.8 \pm 3.9	47.8 \pm 5.1	41.2 \pm 4.9 ^a
4 Week	30.0 \pm 2.0	35.8 \pm 4.9	45.9 \pm 2.5	38.9 \pm 6.1
Control	32.0 \pm 4.8	34.0 \pm 5.0	41.6 \pm 3.6	37.2 \pm 6.0 ^b

Values are mean \pm S.D., a and b: $P < 0.05$

認められ、卵巣機能回復の場合と逆の傾向を示した。

分娩後の経過日数にともなう子宮修復の進行は、各試験区とも3次までの直行多項式を当てはめて分析し、以下のような回帰式が得られた。

1 週離乳区

$$Y=0.352+9.071\ln X-4.134(\ln X)^2+0.485(\ln X)^3 \quad (R^2=0.947)$$

4 週離乳区

$$Y=-5.975+16.774\ln X-7.305(\ln X)^2+0.901(\ln X)^3 \quad (R^2=0.935)$$

対照区

$$Y=-9.027+20.492\ln X-8.604(\ln X)^2+1.038(\ln X)^3 \quad (R^2=0.969)$$

図23にはその回帰曲線を示した。回帰式から推定した1週、4週離乳区および対照区の分娩後20日目における妊角の直径は各々7.0、6.0、6.2cmを示し、30日目では5.0、4.0、4.0cmであり、20日目、30日目とも1週離乳区が最も大きな値を示した。

4 受胎成績

受胎成績を表38に示した。空胎日数は1週、4週離乳区が対照区

Table 38. The interval from calving to conception and number of insemination required for conception in early weaned cows

Weaning	No. of cows	Open days	No. of insemination for conception
1 Week	10	98.3 ± 97.2	2.1 ± 1.9
4 Week	16	107.7 ± 83.6	3.0 ± 1.9
Control	18	121.7 ± 93.8	2.6 ± 2.4

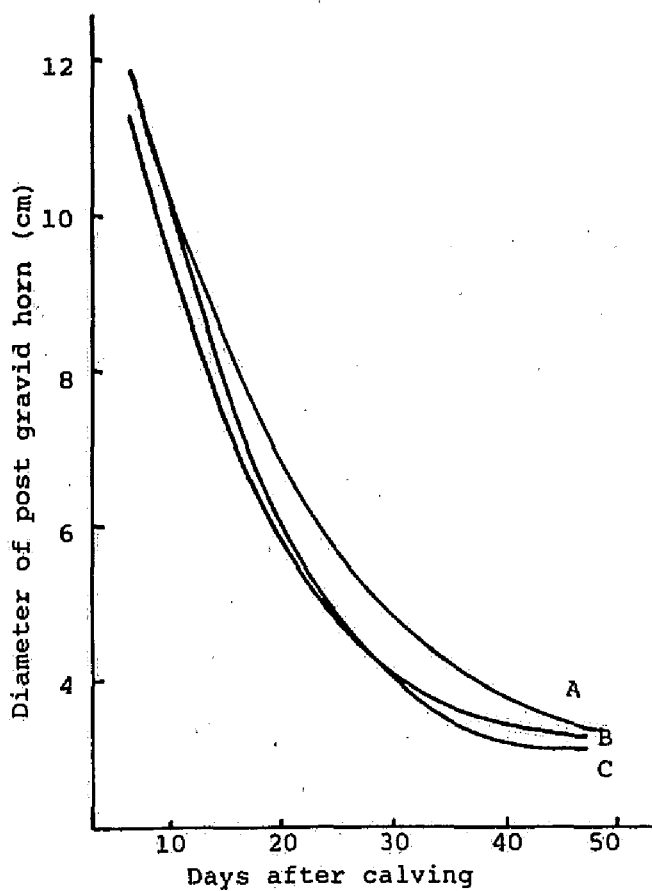


Fig. 23. The rate of involutional regression of uterus in early weaning beef cows.
A: 1 week, B: 4 week, C: Control.

よりそれぞれ平均23.4日、14.0日短かった。また分娩後100日までに受胎した牛の割合は、1週離乳区が80.0%で最も高く、次いで4週離乳区、対照区の順であった。平均授精回数、3回目授精までの累積受胎率についても1週離乳区が最も優れていた。しかしながら、受胎成績に関する全ての項目について、試験区間に統計的に有意な差は認められなかった。また、初回排卵時に発情徴候を示した12頭に授精を試みたが、受胎したのは3頭だけであった。

III 考察

肉用牛における分娩後の発情回帰を早め、空胎日数を短縮する目的で早期離乳の試験が試みられている。分娩後3日目離乳では初回排卵が平均12.4日、発情回帰日数が平均20～24日であったと報告^{3・119)}されている。分娩後3～5日目に離乳したENGLAND et al.(1973)²³⁾の成績では、初回排卵と発情回帰までの日数はそれぞれ24日、33日であった。また、SMITH & VINCENT(1972)¹¹³⁾は分娩後30日目に離乳した牛の発情回帰日数は平均45日、同じく鈴木・佐藤(1980)¹²⁰⁾は初回排卵が平均23.4日、発情回帰日数は平均40.3日であることを報告している。これらの報告から、分娩後の離乳時期が早いほど卵巢機能の回復は促進される傾向にあり、本試験の結果もほぼ同様であった。一方、分娩後の離乳時期から初回排卵までの日数をみると、1週離乳区では離乳してから平均18.2日を要した。4週離乳区では離乳前に初回排卵した牛が4頭おり、それらの牛を除けば離乳してから初回排卵までに要した日数は平均5.9日にしか過ぎなかった。鈴木・佐藤¹²²⁾は分娩後10日以前では卵胞の発育がみられても排卵

までには至らず、分娩後20日目頃になると哺乳刺激の制限や早期離乳によって排卵が起こりやすくなると述べている。また、卵巢機能回復の前駆的指標としての黄体形成ホルモンの濃度も、分娩後の日数が経過するほど高くなる^{44, 97, 141)}ことから、分娩後の内分泌環境が1週目と4週目では異なっているものと推察される。このことから、分娩後1週離乳区では離乳してから初回排卵に至るまでの日数が、4週離乳区に比べて長くなったものと考えられた。

産次との関係については、早期離乳により卵巢機能の回復がとくに初産牛で促進される傾向が認められたが、高産次牛では明らかな違いがみられなかった。OXENREIDER & WAGNER(1971)⁹⁶⁾は、高栄養条件下よりも低栄養条件下の方が早期離乳による卵巢機能回復の促進効果が著明であったとしている報告している。初産牛では分娩直後体重も軽く、母牛自身の発育と泌乳を同時に進行させることは、成熟値体重に達している高産次牛に比べて低栄養状態に陥りやすいと考えられ、OXENREIDER & WAGNER(1971)⁹⁶⁾の結果と類似していた。このように産次によって早期離乳の卵巢機能回復に及ぼす効果が異なることは、第3章第3節の重回帰分析によって示唆された結果を支持できるものと推察された、

分娩後の初回排卵の多くが無発情排卵であり、初回排卵後に形成される黄体の多くが機能的に不完全であり、存続期間も短い点については、第2章第4節の結果と一致していた。また、本試験で初回排卵時に授精した12頭のうち3頭しか受胎しなかった結果は、同様な試験を行ったODDE et al.(1980)⁹⁷⁾が16頭中3頭の受胎牛しか得ていない報告とよく一致しており、初回排卵後に形成される黄体の機能は大部分が不完全であること示唆しているものと考えられた。

分娩後の卵巢機能回復は早期離乳で促進されたが、子宮修復までの日数は1週離乳区でとくに遅れる傾向がみられた。4週離乳区では離乳時点で子宮修復がかなり進行していることもあり、自然哺乳区との差は小さかった。この結果は、第2章第5節における分娩直後離乳牛では自然哺乳牛に比べて子宮修復が遅延する傾向とほぼ一致していた。

以上の結果、早期離乳によって卵巢機能回復をとくに初産牛で促進できることが明らかとなった、しかし、その受胎性についてはばらつきが認められ、さらに検討する必要があると考えられた。

第3節 早期離乳およびLH-RH類縁化合物の投与が繁殖機能回復に及ぼす影響

自然哺乳牛において分娩後の卵巢機能回復が遅れるのは、分娩後の早い時期の哺乳刺激によってLHの分泌が抑制されるためと示唆^{45, 97)} されていることから、LH-RHあるいはその類縁化合物を投与して、卵巢機能の賦活化を図る試みがなされている、しかし、その効果については一定の見解が得られていない^{6, 22, 55, 69, 147)}。そこで、本試験は分娩後4週離乳とLH-RH類縁化合物投与の有無が、卵巢機能に及ぼす影響について比較検討した。

I 材料および方法

中国農業試験場畜産部において、夏山冬里方式により放牧飼養し

Table 39. Experimental design of weaning and injection of 200 µg of LH-RH-A¹⁾ at 4 weeks postpartum in Japanese Black cows

Treatment ²⁾	No. of cows		Total
	Primiparous	Multiparous	
Weaning + LH-RH-A (A)	3	5	8
Weaning (B)	2	6	8
Suckling + LH-RH-A (C)	4	10	14
Suckling (D)	4	11	15

1) (Des-Gly-NH₂¹⁰, Pro-ethylamide⁹)-LH-RH. 2) A: Weaning and injection of LH-RH-A at 4 weeks postpartum., B: Weaning at 4 weeks., C: LH-RH-A injected at 4 weeks postpartum. C: No treatment as a control.

た黒毛和種45頭を用い、表39に示すように4試験区を設定した。A区（8頭）：4週離乳+LH-RH類縁化合物投与（酢酸フェルチレリン、以下 LH-RH-A と略す）、B区（8頭）：4週離乳、C区（14頭）：自然哺乳+LH-RH-A投与、D区（15頭）：自然哺乳。LH-RH-Aは200 μ gを分娩後4週目に1回、筋肉内に投与した。

卵巣の状態は直腸検査で調べた。また、排卵が予想される前後は連日直腸検査を行い、排卵日を確定した。発情徴候は朝夕の1日2回観察し、供試牛にはヒートマウントデテクターを装着した。

II 結 果

1 分娩後の体重変化

分娩直後から10週目までの体重変化について図24に示した。分娩

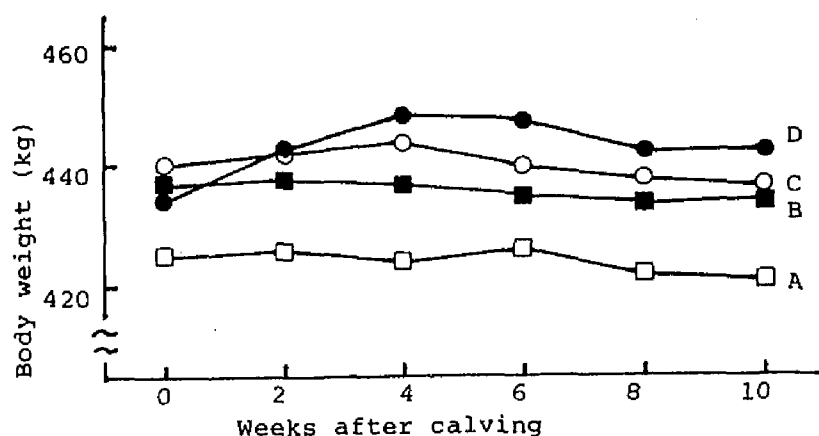


Fig. 24. Postpartum body weight changes in early weaning and LH-RH-A injected beef cows.

A,B,C,D: See the footnote given in Table 39.

直後の平均体重は424.9～440.1kgの範囲内にあり、また、分娩後の体重も多少の変動はあるものの、各試験区ともに分娩直後体重が維持された。各試験区間の分娩直後体重とその後の体重変化には、統計的に有意な差は認められず、いずれもその栄養状態は普通と考えられた。

2. 分娩後の卵巣機能回復

分娩後4週離乳またはLH-RH-Aを4週目に投与した初回排卵および発情回帰までの日数を表40に示した。4週離乳またはLH-RH-A投与の処置を行ったA～C区の初回排卵までの日数は、自然哺乳させたD区の平均50.8日に比べ、平均15.8～17.1日早く、その差は統計的に有意($p<0.01$)であった。さらに、A～C区における初回排卵までの日数にはほとんど差が認められなかった。4週離乳またはLH-RH-A投与の処置後5日間以内に初回排卵した割合はAおよびB区では50%、C区では57%であり、また、10日間以内になるとAおよびB区では100%、C区では85.7%となり、これらの処置後、短期間の内に排卵が集中する傾向にあった。

また、初回排卵までの分散分析表は表41に示すように、試験区と産次、また試験区と産次の交互作用も有意($p<0.05$)であった。D区における初産牛の初回排卵までの日数は63.1日（最小自乗推定値）となり、A～C区に比べてその差は顕著であった。一方、経産牛では自然哺乳においても初回排卵までの日数は平均38.4日であったことから、4週離乳またはLH-RH-A投与の有無による違いはほとんど認められなかった。

分娩後の発情回帰までの日数も初回排卵までの日数と同様な傾向にあり、4週離乳やLH-RH-A投与により自然哺乳牛のD区に比べて平

Table 40. Effects of the weaning and LH-RH-A injection for the interval in days from calving to first ovulation and first estrus

	Treat- ment	Primi- parous	Multi- parous	L.s.m. ± S.D.
Interval(days) from calving to:				
First ovulation	A	35.5*	29.3	34.3 ± 4.2 ^a
	B	35.0	32.3	33.7 ± 4.7 ^a
	C	36.3	33.8	35.0 ± 3.4 ^a
	D	63.1	38.4	50.8 ± 3.3 ^b
<hr/>				
First estrus	A	40.7	33.4	39.4 ± 4.8 ^a
	B	48.0	37.8	42.9 ± 5.3 ^a
	C	46.0	43.4	44.7 ± 3.9
	D	72.2	48.6	60.4 ± 3.8 ^b

*:Least squares estimate., a and b: $P < 0.01$

Table 41. Analysis of variance table
for the first ovulation

	D.F.	M.S.	F
Treatment	3	709.4	5.34**
Parity	1	833.7	6.28*
Treatment x parity	3	583.9	4.44*
Error	37	132.8	

*: $P < 0.05$, **: $P < 0.01$

Table 42. Analysis of variance table
for the first estrus

	D.F.	M.S.	F
Treatment	3	873.0	5.13**
Parity	1	1244.3	17.00**
Treatment x parity	3	570.1	3.35*
Error	37	170.2	

**: $P < 0.01$, *: $P < 0.05$

Table 43. Interval in days from 1st to 2nd and 2nd to 3rd ovulation, and the ratio of cows exhibiting estrus at ovulation

	Treatment			
	A	B	C	D
Interval in days from:				
1st to 2nd ovulation	13.7 \pm 2.0 ^a	12.7 \pm 2.1 ^a	12.7 \pm 1.7 ^a	13.9 \pm 1.5 ^a
2nd to 3rd ovulation	27.3 \pm 10.1 ^b	21.0 \pm 4.5 ^b	22.5 \pm 2.4 ^b	22.3 \pm 3.8 ^b
Ratio of cows exhibiting estrus at:				
1st ovulation	25.0	12.5	21.4	20.0
2nd ovulation	100.0	100.0	100.0	93.3

a and b: $P < 0.01$

均15.7～21.0日早く発情が回帰した。また、表42に分散分析の結果を示すように、試験区、産次とその交互作用も有意であった。経産牛では試験区の違いによる差は認められなかったが、初産牛ではD区が72.2日（最小自乗推定値）を示し、A～C区の40.7～48.0日に比べて、その差は明らかであった。

分娩後3回目排卵までの各排卵間隔日数を表43に示した。初回から2回目排卵までの日数は全体で4～27日の範囲に分布していたが、各試験区の平均値は12.7～13.7日と、2回目から3回目排卵までに日数に比べて明らかに短縮していた。また、これらの排卵間隔日数に試験区による違いは認められなかった。初回および2回目排卵時に発情徴候が認められた割合は、表43に示すように、初回排卵時には12.5～25.0%、2回目排卵時には93.3～100.0%となった。いずれの試験区も初回排卵時の発情発現割合は低く、試験区間に差を認めなかった。

3. 受胎成績

各試験区の空胎日数、授精回数は表44に示した。空胎日数は自然哺乳牛でLH-RH-Aを投与したC区で平均66.0日ともっとも短く、4週離乳時にLH-RH-Aを投与したA区で平均92.2日と最も長かった。しかし、個体によってばらつく傾向にあり、試験区間に有意な差は認められなかった。また、受胎までの平均授精回数は平均1.5～2.0回であり、初回授精受胎率および3回授精までの累積受胎率にも統計的に有意な差は認められなかった。

Table 44. Influences of weaning and LH-RH-A injection at 4 weeks postpartum on the conception and the interval from calving to conception

Treat- ment	No. of cows	Interval in days from calving to conception	No. of insemination for conception	Cumulative conception ratio		
				1	2	3
A	8	92.2 \pm 19.2	1.7 \pm 0.8	42.9	85.7	100.0
B	8	72.6 \pm 18.5	2.0 \pm 0.9	25.0	87.5	87.5
C	14	66.0 \pm 14.9	1.5 \pm 0.9	58.3	83.3	83.3
D	15	81.5 \pm 14.1	2.0 \pm 1.0	35.7	71.4	92.9

*: Values are mean \pm S.D.

Ⅲ 考 察

分娩後4週目に離乳またはLH-RH-Aを投与することにより、これらの処置後、短期間の内に初回排卵が高率に集中する傾向にあり、とくに初産牛で分娩後の卵巢機能回復が促進される傾向が認められた。LHのepisodicな分泌の開始と黄体ホルモンは、分娩後の卵巢がその機能を回復するうえで必要とされている^{9, 45, 97, 107)}。分娩後の卵巢静止期にある牛のFSHの血液中濃度は分娩直後から20日目にかけて減少していくが、LHは分娩後7～10日目にかけて漸増し、20～30日目にはかなりの量に回復していることが示唆されている^{65, 133)}。また、WALTERS et al(1982)¹³⁷⁾ は分娩後3週目の脳下垂体を摘出して脳下垂体中のLH や FSH 含量を調べた結果、自然哺乳および早期離乳牛ともにその含量の違いは認められないが、LH-RH を脳下垂体の培養液に添加すると、早期離乳牛では自然哺乳牛に比べてLHが大量に放出されることを報告している。分娩後の脳下垂体のLH-RH投与による反応性は、血液中のLHの動態から、分娩後15～20日目になると30日目前後とほぼ同等の水準にまで回復していることが示唆^{56, 141)}されており、また、LH-RH投与によってFSHの分泌も同時に誘起され¹⁴¹⁾、このことは正常性周期における発情や排卵前後のLHやFSHの動態^{77, 75)}とほぼ一致状態にあるものと推察される。また、LH-RH投与前に24時間子牛を一時的に離しておくことで、早期離乳牛とほぼ同等のLHの反応性を得られることが、SMITH et al.(1983)¹¹⁴⁾によって報告されている。このような分娩後の卵巢機能回復に早期離乳が効果的であることは、前節の試験でも明らかにしてきたが、LH-RH投与による卵巢機能回復の促進効果についてはLH-RHの投与量や投

与方法、投与時期、牛の状態などの違いによって、その反応性にばらつきが認められている^{6, 22, 55, 69, 147})。近年、RILEY et al(1981)¹⁰²)は、分娩後20~40日目の卵巢が静止している肉牛にLH-RH 5 μ gを2時間間隔で48時間にわたって投与すると、排卵が誘起され、卵巢が活動を開始することを報告している。本試験では分娩後4週目であることと、使用したLH-RH-AのLH放出効果がLH-RHに比べてかなり高い⁷⁶) ことなどによって、1回の投与によって卵巢の活動が開始したものと推察された。また、加茂前ら(1984)⁵⁵)は、本試験で用いた同様のLH-RH類縁化合物を分娩後7~22日目の乳牛に200 μ g投与すると、短期間の内に排卵が誘起され、乳牛では分娩後より早い時期に卵巢機能回復の促進が可能であることを示唆している。4週離乳後LH-RH-Aを投与したA区の初回排卵までの日数は4週離乳(B区)およびLH-RH-Aだけを投与したC区と差が認められなかった。このことから、早期離乳による哺乳の停止は、それ自身で卵巢が活動を開始する大きな影響力を持っているものと考えられ、離乳後LH-RH-Aを投与しても排卵がきわめて短期間に集中するような結果は得られなかった。しかし、LH-RH-Aの投与によって、この早期離乳による卵巢機能回復と同等の効果が期待できる可能性のあることも本試験の結果から示唆された。

分娩後初回から2回目排卵までの日数は各試験区ともにその平均は正常性周期に比べて短く、2回から3回目排卵間隔日数は正常性周期となり、試験区による違いは認められなかった。また、初回排卵時に発情が発現する割合は、2回目排卵時に比べて各試験区ともに低かった。初回排卵から2回目排卵間隔が短縮した性周期を示す牛が多いこと、さらに、各排卵時の発情発現割合については、第2

および第3章の試験においても明らかにしてきたが、分娩後4週離乳およびLH-RH-A投与による影響はとくに認められず、自然哺乳牛におけるそれら値とほぼ一致していた。LH-RH-A投与後の卵巣機能回復の経過が搾乳牛と変わらず、生理的なものであることについては加茂前ら(1984)⁶⁵⁾も報告している。また、その受胎性についても比較的良好であり、試験区にとくに差は認められず、ほぼ各試験区とも1年1産が可能であった。

以上の結果、自然哺乳をした初産牛では分娩後卵巣静止の期間が長い傾向を示す牛が多く、それらに分娩後4週目にLH-RH-A200 μ gを投与することにより、4週離乳とほぼ同等な卵巣機能回復を促進できる可能性が示唆された。

第4節 代用乳給与による黒毛和種子牛の発育性

近年肉用牛において、母牛の分娩後の繁殖機能回復を促進させる目的で、産子を出生後早期に親子分離することが試みられている。また、受精卵移植などによる双子生産技術の開発¹⁹⁵⁾も進んでおり、その場合母牛が肉用種では、2頭の産子に哺乳させることは母牛の大きな負担になると同時に、産子の健全な発育をも損なうと考えられる。乳用子牛については、その哺育育成技術は実用化されているが、肉用子牛についての報告は少ない^{49, 57)}。

そこで、本試験は代用乳の給与期間および給与開始時期が黒毛和種子牛の6か月齢までの発育に及ぼす影響を検討したものである。

I 材料および方法

1 代用乳給与および飼養方法

試験1. 代用乳の給与期間が発育に及ぼす影響を調べるため、黒毛和種雄子牛を供試し、4週齢で親子分離後代用乳を10週齢（10週区）または14週齢（14週区）まで給与した2試験区と、対照として母牛に6か月齢まで哺乳させた対照区の3試験区を設定した。代用乳給与期間は黒毛和種子牛における井上ら(1970)⁴⁹⁾の報告を参考にして決定した。供試頭数は各試験区5頭の計15頭である。代用乳の給与量は杉原(1980)¹¹⁸⁾の北海道農業試験場方式により、10週および14週区とも代用乳600gを3.5 lの温湯に溶解し、1日1回9時に給与した。濃厚飼料はペレット状の子牛育成用配合飼料を用い、3試験区とも6か月齢まで1日1頭当たり、平均2.5kgを給与した。乾草は自由採食させた。代用乳を給与した子牛は6か月齢まで舎飼したが、対照区の子牛は約2か月齢まで舎飼し、その後は放牧を主体とする夏山冬里方式により飼養した。放牧期間中は乾草を給与しなかった。

試験2. 代用乳の給与開始時期が子牛の発育に及ぼす影響を調べるため、黒毛和種子牛を1週齢（1週区）または4週齢（4週区）で親子分離後、ともに10週齢まで代用乳を給与した2試験区と、母牛に6か月齢まで哺乳させた対照区の3試験を設定した。供試頭数は1週区が雄7、雌4の計11頭、4週区が雄10、雌7の計17頭および対照区が雄雌各10頭の計20頭である。代用乳の給与量は、乳牛における報告^{42, 118)}を参考にして、1週区では3週齢までの2週間、代用乳400gを2.5 lの温湯に溶解し、以後10週齢までの7週間は600gを

3.5 l の温湯に溶解して 1 日 1 回 9 時に給与した。4 週区では 10 週齢までの 6 週間、上記 1 週区の 4 週以後と同じ方法で代用乳を給与した。育成用配合飼料と乾草の給与量、給与方法および対照区の飼養管理方法は試験 1 と同じである。

2 体重および体高の測定と分析方法

子牛の体重は生後 24 時間以内と、その後の舎飼期間中は 2 週間間隔で測定した。放牧期間中における対照区の体重は牧区移動日ごとに測定した。体各部位の測定は出生後 24 時間以内と、各月齢とも出生日の前後 1 週間以内に行った。

各月齢の体重は、その前後の測定日間に線形補正をして求めた。また、試験 2 における雌の体重と体各部位の測定値は各試験区ごとに、次式により雄に性補正した。

$$\text{性補正值} = \text{各試験区の雄の平均値} / \text{各試験区の雌の平均値} \times \text{各試験区の雌の実測値}$$

II 結果および考察

1 代用乳給与期間と発育性

4 週齢で親子分離後の代用乳給与期間が子牛の 1 日当たり増体量（以下 DG と略）に及ぼす影響について、図 25 に示した。対照区の DG は 4 ～ 8 週齢にかけて減少傾向を示したが、その後は変動があるものの増加傾向に転じ、22 ～ 24 週齢では平均 1.2 kg となった。4 週齢から代用乳を給与した 10 週および 14 週区の 4 ～ 6 週齢における平均 DG は、各々 0.6 および 0.5 kg を示し、対照区に比べて若干低下した。10 週区では離乳した後 12 ～ 16 週齢にかけて DG は低下したが、14 週区で

は離乳後もDGの低下を示さなかった。しかし、各週齢間のDGに試験区による有意な差は認められなかった。また、10週、14週および対照区の24週齢までの平均DGは各々0.85、0.87および0.90kgであった。

乳牛における代用乳の給与期間は一般に6～8週齢までであり、良質なスターター飼料を十分に摂取させれば3週齢位にまで短縮することも可能であると報告^{42, 118)}されている。黒毛和種子牛についての代用乳給与の試験は岸ら(1967)⁵⁷⁾ および井上ら(1970)⁴⁹⁾ が、1週齢で親子分離後12週齢まで給与した例があるに過ぎない。ここで用いた代用乳600gはTDN量として0.54kgに相当し、これは体重約50kgの維持に要する量である¹⁰⁶⁾。本試験では濃厚飼料や乾草の摂取量を計測していないので明確なことは言えないが、体重およびDGの変化から推察すると、代用乳の給与を開始した4～6週齢では、10週および14週区ともに1日平均約1.3kgのTDN量を摂取していると推察され、その内58%は濃厚飼料と乾草の採食によるものであることが示唆された。久馬ら(1976)⁶³⁾ は、自然哺乳子牛において母乳からのTDN供給割合が50%に低下するのは15.2週齢であったと報告しているが、この試験では4週齢以後代用乳を制限給与したために、子牛の採食能力が急速に早まった¹¹⁸⁾ ものと推察された。

各月齢の体重および体各部位の測定値は表45に示した。6か月齢の時点では、体高においてのみ10週区と対照区の間には有意な差が認められた。また、3～5か月齢の体高、体長および胸深で試験区間に統計的に有意な差が認められたが、各試験区ともに福原ら(1973)⁴⁶⁾ が示した放牧子牛の発育値の平均と上限の間にあり、ほぼ良好な発育を示しているものと考えられた。このことから、黒毛和種子牛は4週齢で親子分離後代用乳を給与しても、その発育は自然哺乳牛

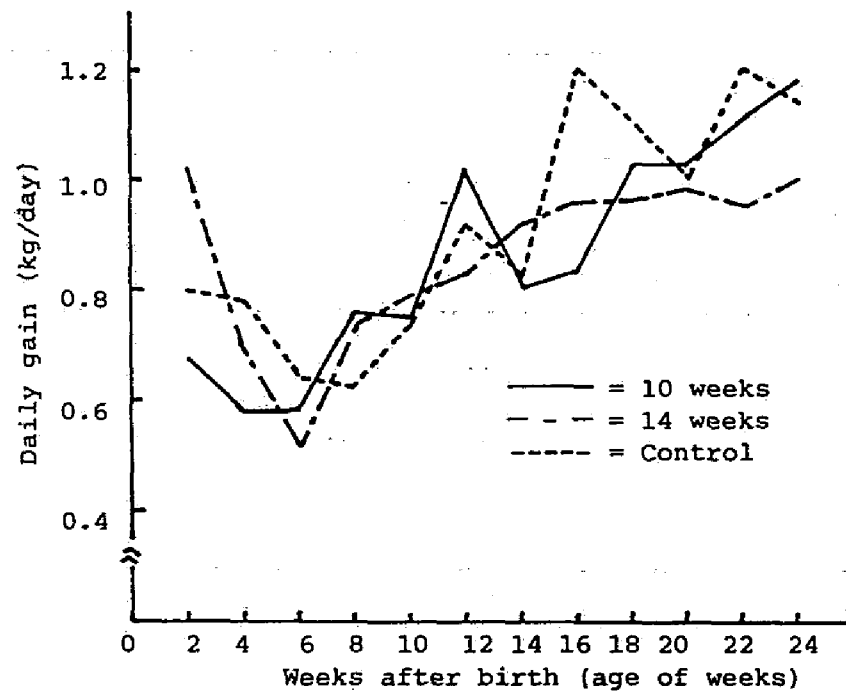


Fig. 25. Changes of daily gains every 2 weeks from birth to 24 weeks fed on milk replacer in beef calves. A: 10 weeks, B: 14 weeks, C: Control.

Table 45. Body growth measurements from birth to 6 months of age in Japanese Black male calves which were removed at 4 weeks of age and were fed on milk replacer during 6 or 10 weeks

Treatment		Age of months						
		Birth	1	2	3	4	5	6
Body weight (kg)	10 weeks	30.9	49.2	66.0	88.1	118.8 ^a	153.5	187.1
	14 weeks	29.9	55.0	74.5	100.2	128.9	155.7	187.9
	Control	31.6	56.1	76.4	102.0	135.0 ^b	165.1	196.7
Withers height (cm)	10 weeks	66.9	74.1	79.8	85.1 ^a	92.2 ^a	95.8 ^a	101.9 ^a
	14 weeks	69.5	76.1	81.3	86.3	92.9	99.1	103.3
	Control	69.5	76.7	83.1	90.1 ^c	95.8 ^b	100.9 ^b	106.3 ^b
Body length (cm)	10 weeks	56.8	70.2	76.4	85.1	92.4 ^a	101.6	108.9
	14 weeks	56.7	70.5	77.5	87.7	96.6 ^b	102.7	110.8
	Control	56.9	70.8	80.5	90.5	99.5 ^b	105.5	111.3
Chest depth (cm)	10 weeks	26.2	30.1	35.2	38.3	42.4 ^a	45.6 ^a	49.8
	14 weeks	27.6	32.1	35.6	40.1	43.3	46.5	51.3
	Control	26.2	31.6	35.7	40.4	44.5 ^b	47.6 ^b	50.8
Chest width (cm)	10 weeks	14.5	18.6	21.7	23.9	26.2	27.6	30.3
	14 weeks	14.8	17.6	21.3	24.4	26.8	28.8	31.2
	Control	14.6	19.2	21.4	23.5	25.9	29.6	31.4
Hip width (cm)	10 weeks	15.2	17.9	20.2	23.2	26.1	28.2	30.7
	14 weeks	14.9	17.7	20.4	23.6	26.0	28.9	31.4
	Control	15.2	18.7	20.7	23.4	26.1	28.4	30.5
Thurl width (cm)	10 weeks	18.4	22.6	24.5	26.9	29.7	31.9	34.4
	14 weeks	18.6	22.4	24.9	27.6	29.5	32.2	34.4
	Control	18.6	23.3	25.8	28.3	31.1	33.6	35.4

^a and ^b P < 0.05 ^c and ^d P < 0.01

に比べてとくに低下することもなく順調に推移し、また、10週齢までの代用乳給与期間でも問題はないことが示唆された。

2 代用乳給与開始時期と発育性

各試験区における生時～6か月齢までの1か月齢間隔のDGを表46に示した。4週区では、代用乳の給与を開始した1～2か月齢のDGはそれまでの1か月齢に比べて、若干低下したに過ぎなかったが、1週区における生時～1か月齢までのDGは0.04～0.34kgの範囲を示し、平均0.24kgと4週および対照区に比べて著しく小さかった。しかし、4か月齢以降は平均1kg以上のDGを示すようになった。生時～6か月齢までの平均DGは、4週区に比べて1週区では初期のDGがきわめて小さかったこともあり、その差は有意であった。

乳子牛育成では経費の節減を図る上からも代用乳の給与量をTDN水準で維持程度に制限し、固形飼料の採食促す方法が一般的に行われている⁴²⁾。そこで、1週区では代用乳の給与量をTDN換算で約30kgの維持量に相当する、1日当たり400gから開始した。しかし、DGの推移から判断すると、1か月齢までの幼弱な時期においては代用乳の制限給与により固形飼料の摂取量や粗繊維の消化能力などの発達が早くなる¹¹⁸⁾にしても、その摂取量には限界があるものと思われた。

6か月齢までの各月齢における体重と体各部位の発育値を表47に示した。1週区における生時体重や体各部位の測定値は他の2試験区と差は認められなかったが、代用乳給与開始後その初期発育は大幅に停滞し、6か月齢までの各月齢において、体高、体長は福原ら(1973)⁴³⁾が示した発育標準の下限から平均の間の発育値であった。体重は濃厚飼料や乾草の摂取量の増大にともなって6か月齢時点で

Table 46. Changes of daily gain from birth to 6 months of age fed on milk replacer from 1 or 4 weeks of age in Japanese Black calves

Treatment*	No. of cows	Daily gain (kg/day) between each age of months						
		0 - 1	1 - 2	2 - 3	3 - 4	4 - 5	5 - 6	0 - 6**
1 week	11	0.24 ^a	0.60 ^a	0.88	0.90	1.07	1.19 ^a	0.81 ± 0.07 ^a
4 weeks	17	0.67 ^b	0.59 ^a	0.84	0.97	1.11	1.21 ^a	0.90 ± 0.09 ^b
Control	20	0.78 ^b	0.75 ^b	0.94	0.97	0.94	0.87 ^b	0.88 ± 0.08

*:The calves were removed at 1 week (1 week) or 4 weeks (4 weeks) of age and fed on 400g or 600g of milk replacer once a day until 10 weeks of age. The calves sucked with their dams until 6 month of age were used as a control(Control).

** :Values are men ± S.D.,theses values revised male.,a and b :P<0.01

Table 47. Body growth measurements from birth to 6 months of age in Japanese Black calves which were fed on milk replacer

Treatment		Age of months						
		Birth	1	2	3	4	5	6
Body weight (kg)	1 week	30.2	37.3 ^a	55.2 ^a	81.7 ^a	108.6 ^a	140.8 ^a	176.5 ^a
	4 weeks	30.9	51.0 ^c	68.8 ^b	93.2 ^b	123.0 ^b	156.3 ^b	192.2 ^b
	Control	30.7	54.2 ^c	76.6 ^c	104.9 ^c	134.0 ^c	162.3 ^c	188.5
Withers height (cm)	1 week	66.6	69.8 ^a	75.7 ^a	82.3 ^a	88.5 ^a	95.2	99.4 ^a
	4 weeks	67.9	75.5 ^b	79.8 ^b	85.3 ^b	91.9 ^b	96.6	102.5 ^b
	Control	65.6	73.4 ^c	80.0 ^c	86.0 ^c	91.6 ^b	96.8	102.1
Body length (cm)	1 week	56.6	63.0 ^a	67.9 ^a	80.7 ^a	88.5 ^a	97.7 ^a	102.9 ^a
	4 weeks	56.3	68.8 ^c	75.9 ^c	85.0 ^b	93.2 ^b	101.6 ^b	109.1 ^c
	Control	57.6	69.6 ^c	78.0 ^c	88.9 ^c	97.9 ^c	102.8 ^c	110.0 ^c
Chest depth (cm)	1 week	25.7	27.6 ^a	30.4 ^a	35.7 ^a	39.8 ^a	43.8 ^a	47.6
	4 weeks	25.8	30.3 ^c	34.5 ^c	37.9 ^c	41.7 ^c	45.2 ^c	49.0
	Control	25.6	32.8 ^c	35.4 ^c	39.7 ^c	43.3 ^c	46.8 ^c	49.0
Chest width (cm)	1 week	14.3	16.4 ^a	19.5 ^a	21.8 ^a	23.9 ^a	26.9 ^a	30.3
	4 weeks	14.3	18.6 ^c	22.0 ^c	23.7 ^c	26.1 ^c	28.5 ^b	30.7
	Control	14.4	18.6 ^c	20.4 ^c	23.3	26.3 ^c	28.7 ^b	29.6
Hip width (cm)	1 week	14.7	15.9 ^a	18.5 ^a	21.8 ^a	24.2 ^a	27.4	29.8
	4 weeks	15.1	17.9 ^c	20.1 ^c	22.8 ^c	25.7 ^c	28.2	30.8
	Control	15.1	18.0 ^c	20.7 ^c	23.4 ^c	25.7 ^c	27.8	29.9
Thurl width (cm)	1 week	18.0	20.0 ^a	22.2 ^a	25.1 ^a	27.4 ^a	30.5 ^a	32.6 ^a
	4 weeks	18.6	22.6 ^c	24.5 ^c	26.9 ^c	29.6 ^c	32.1 ^c	34.6 ^c
	Control	18.3	22.5 ^c	25.8 ^c	28.4 ^c	30.6 ^c	32.9 ^c	35.0 ^c

a and b, b and c: $P < 0.05$, a and c: $P < 0.01$

対照区と差は認められなくなったが、体高の発育は対照区に比べて約3 cm低かった。HAMMOND(1960)³⁴⁾ および熊崎ら(1955)⁶⁰⁾ は体各部位の発育量は月齢によって異なり、最大発育を示す時期に低栄養状態に陥ると、その発育に与える影響は大きいことを報告している。このことから、体高は月齢の若い時期に栄養状態の影響を大きくうけているものと推察された。

以上の結果、本試験による哺育育成方法では、1週齢で親子分離した場合の発育性、とくに初期の月齢の発育性に問題のあることが示唆された。しかし、4週齢からの親子分離による代用乳給与は、本試験で行った方法で十分対応できることが示された。

第5節 小 括

肉用牛の分娩後の繁殖機能回復は遅延する傾向にあり、かつそのばらつきも非常に大きい。その原因としては産次、体重の変動などが関連するとされているが、哺乳が卵巢機能回復に及ぼす影響も無視できないことを第3章で明らかにした。そこで、本章では黒毛和種における分娩後の離乳時期の違いが卵巢機能回復に及ぼす影響を検討するとともに、LH-RH類縁化合物の投与による卵巢機能の賦活化の可能性について試験を行った。さらに、分娩後の早期離乳による母牛の繁殖機能回復の促進と、それら早期に親子分離された子牛の発育性を良好に保つことも必要と考えられることから、代用乳給与による子牛の発育性についても検討した。得られた主な結果は以下のとおりである。

1. 分娩後1週および4週目に離乳した牛の初回排卵までの日数は各々平均25.2日、31.0日であり、自然哺乳牛は平均47.3日であった。分娩後早期に離乳することにより卵巢機能の回復は促進される傾向を示し、とくに初産牛でその効果が顕著に認められた。

2. 子宮修復までの日数は自然哺乳牛に比べて、1週離乳で遅れる傾向を示し、その差は統計的に有意($P<0.05$)であった。このことから、早期離乳により卵巢機能回復は促進されるが、子宮修復は遅れることが明らかとなった。

3. 分娩後4週目にLH-RH類縁化合物 $200\mu\text{g}$ を1回筋肉内投与することにより、分娩後4週目の早期離乳牛とほぼ同様に分娩後の初回排卵までの日数を短縮できることが示唆された。LH-RH類縁化合物の投与による卵巢機能回復の促進は、初産牛でより効果的であった。

4. 分娩後4週離乳およびLH-RH類縁化合物投与による排卵間隔日数、発情発現割合、受胎性は自然哺乳牛とほぼ同一であり、これらの処置による悪影響はとくに認められなかった。

5. 出生後4週目に親子分離し、10週齢または14週齢まで代用乳を給与した黒毛和種子牛の6か月齢までの体重および体高の発育は、自然哺乳子牛とほぼ同等であった。

6. 出生後1週目に親子分離し、10週齢まで代用乳を給与した子牛の1日当たり増体量は1か月齢までとくに少なく、初期発育が停滞する傾向にあった。

Explanation of plate

Plate 1. Ultrasound image of uterine horn in situ. Two elliptical lines were recognized. The area of inner line were equivalent to the cross section of endometrium and outer line indicated stratum vasculare.

Plate 2. Ultrasound image of removed uterus which was soaked in the physiological saline. Three elliptical lines were recognized. The inner, intermediate and outer line were equivalent to the cross section of endometrium, stratum vasculare and myometrium, respectively.

Plate 3. Cross section of uterine horn which was used in ultrasonography.

Plate 4. Ultrasonography of post gravid horn at 14 days postpartum. Uterine horn was large and expand, and numerous amount of lochia existed in uterine cavities. Caruncles were observed visibility.

Plate 5. Ultrasonography of post gravid horn at 21 days postpartum. Involution of uterus progressed rapidly, but, uterine cavities were expanded and lochia was observed as yet.

Plate 6. Ultrasonography of post gravid horn at 32 days postpartum. Cross section of diameter of stratum vasculare reduced 3.0 cm.

Plate 7. Ultrasonography of uterine horns at 40 days postpartum. The diameter of post gravid horn (left horn) and non post gravid horn were almost same size, and the involution of uterus were judged nearly completion.

Plate 8. Autoradiograph of the bovine endometrium at 2-3 days after ovulation. Many surface epithelium cells were labeled by ^3H -6-thymidine. Arrow indicates one of

the labeled cells by ^3H -6-thymidine. x200.

Plate 9. None of the labeled cells by ^3H -6-thymidine in the endometrium were observed at mid-luteal stage. x200.

Plate 10. There are numerous ^3H -6-thymidine labeled cells in the surface epithelium after estradiol-17 β and progesterone injections in ovariectomized cows at experimental group 4. x200.

Plate 11. The uterus in restricted suckling beef cows at 30 days postpartum. Post gravid horn (right) is distinguished, and the surface of uterus is considerably congested.

Plate 12. The uterus in normal suckling beef cows at 30 days postpartum. The degree of uterine involution is almost complete.

Plate 13. The cross section of uterine lumen in restricted cows. the large expanded cave of uterine lumen is observed.

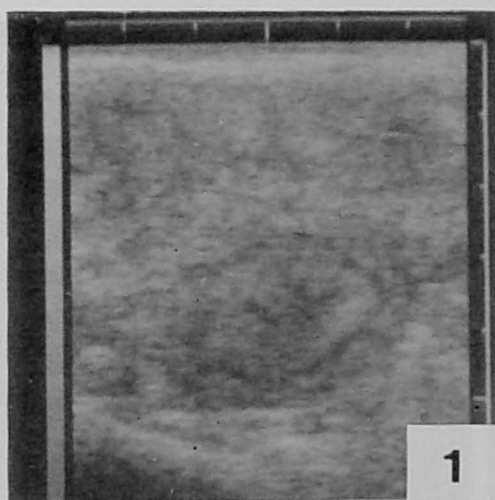
Plate 14. The height of surface epithelium is high in the cows which occurred the first ovulation at 24 days postpartum. x200.

Plate 15. The height of surface epithelium is low in unovulated cows. x200.

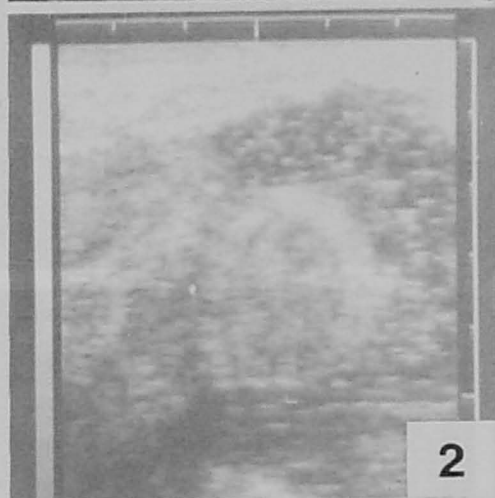
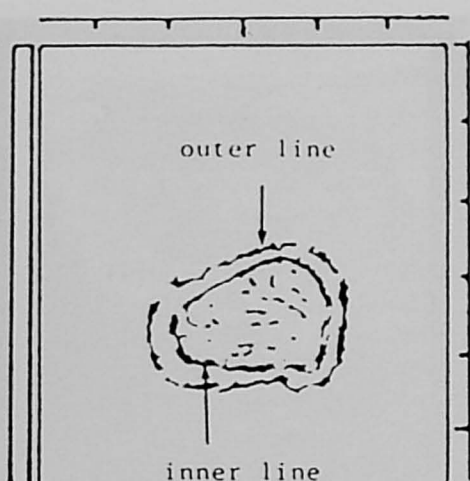
Plate 16. Some phagocytes are found in the endometrium of all cows. These cells are swollen and pale hemosideric. Allows indicate the phagocytosis. x400.

Plate 17. Nodular aggregation of lymphocytes are found in the endometrium of all the cows. x400.

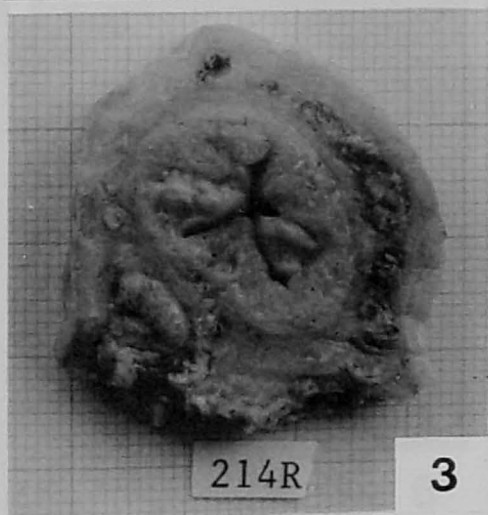
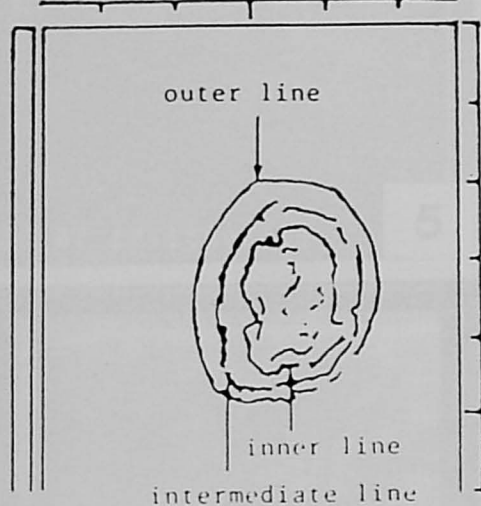
Plate 18. Microscopic lochia remained each of restricted and normal suckling cows. x200.



1



2



214R

3



86.07.10:15506014_

4



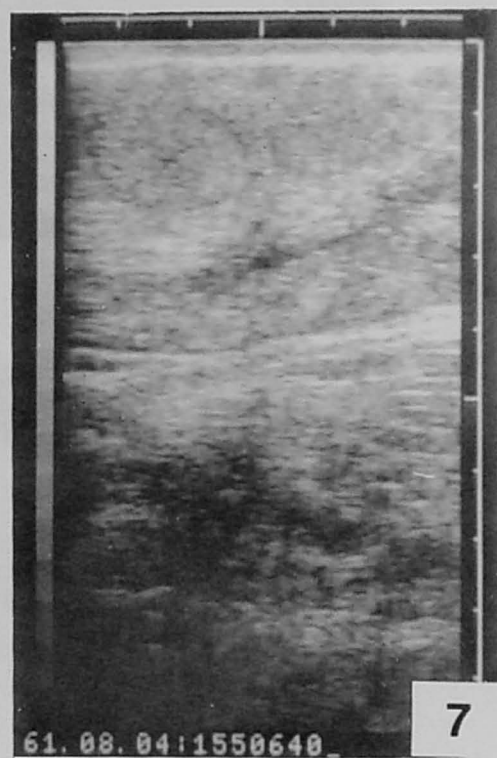
86.07.17:15506021_

5



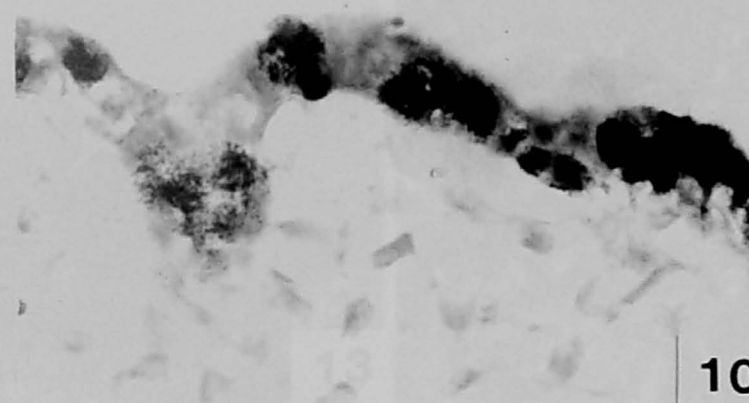
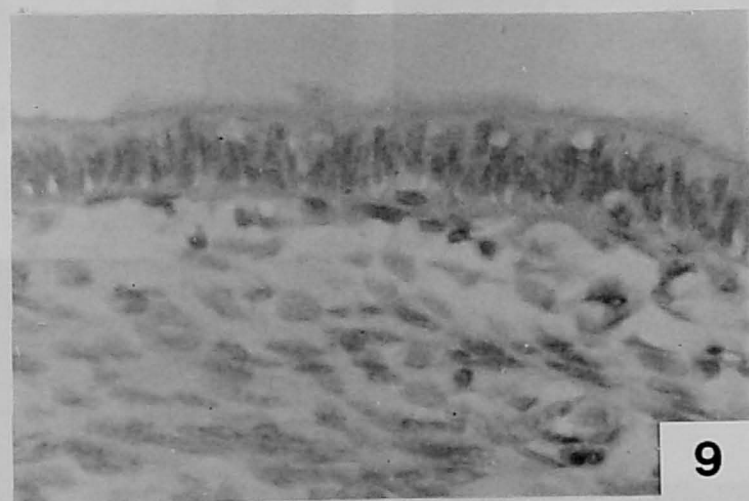
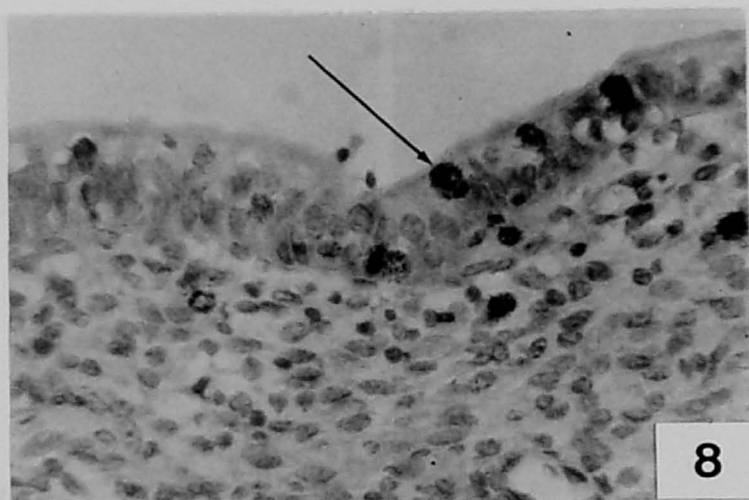
61.07.28:1550632

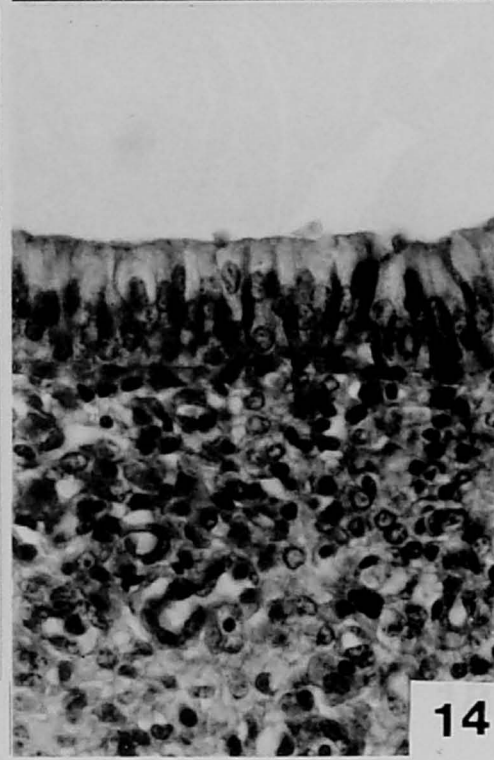
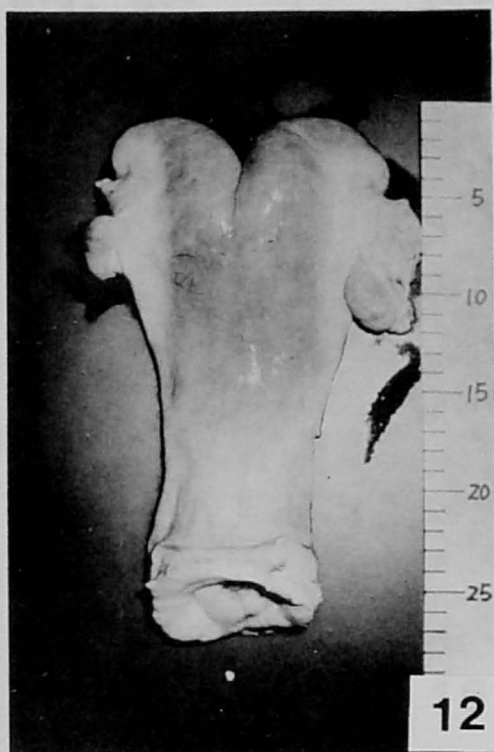
6

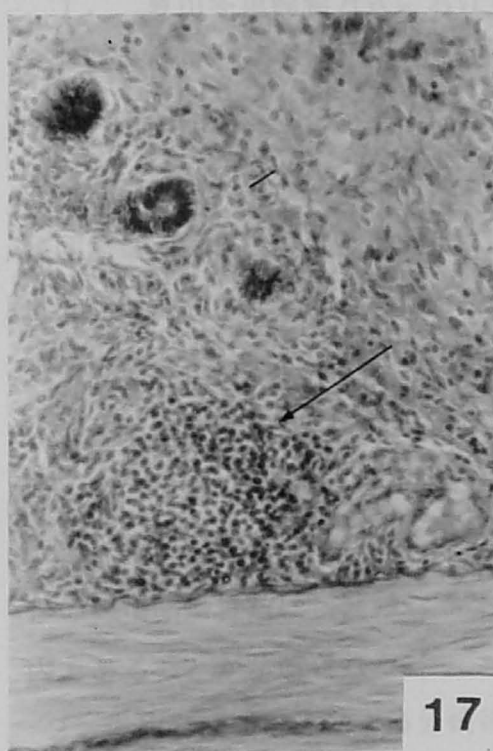
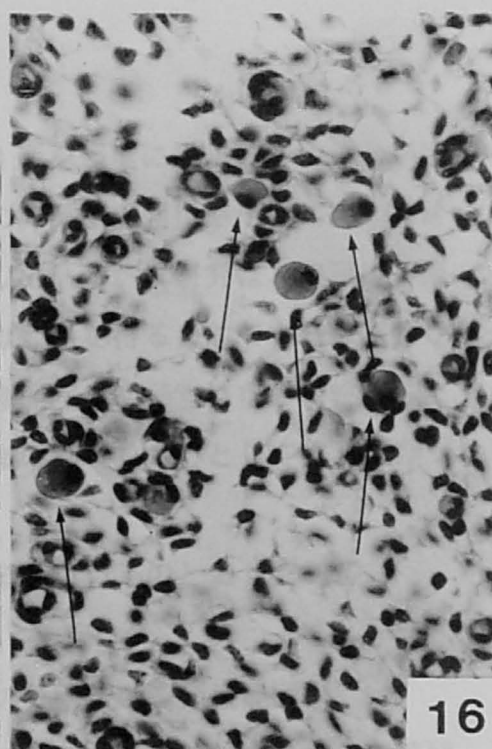
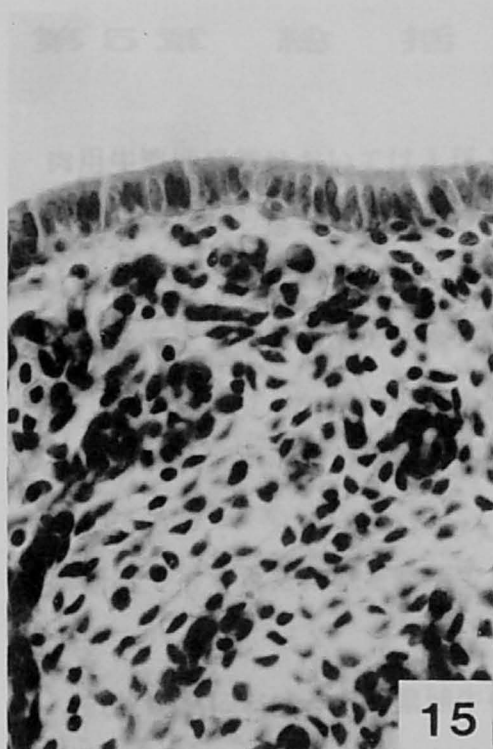


61.08.04:1550640_

7







第5章 総 括

肉用牛繁殖経営においては1年1産を確実に成し遂げることが目標となる。しかしながら、分娩後の卵巢機能回復や子宮修復の遅延により、それらは困難な現状を示している。本研究は、肉用牛の繁殖効率を向上させるための基本的な知見を得る目的で、放牧飼養した黒毛和種における分娩後の卵巢機能回復や子宮修復の特性、およびそれらに及ぼす哺乳量や哺乳刺激の影響を中心として検討を行ったものである。

本研究で得られた結果を総括すると、以下のとおりである。

I 放牧飼養における肉用繁殖牛の分娩後の繁殖機能回復

1. 夏山冬里飼養方式における黒毛和種繁殖牛の分娩後の繁殖性

延べ177頭の分娩後の発情回帰までの日数は平均48.0日であり、発情回帰日数の分布は分娩後30～39日が31.6%と最も多かった。発情回帰は初産牛で遅れる傾向にあり、また、春期分娩牛の発情回帰は秋期および冬期分娩牛に比べて有意に遅延し、空胎日数も春期分娩牛で最も長い傾向を示した。分娩後の発情回帰日数(X)と受胎までに要する授精回数(Y)との関係は $1/Y=0.302+3.078X$ の式で表され、また、発情回帰日数(X)と空胎日数(Y)は $\log Y=1.678+0.005X$ の式で表される関係にあった。この結果、授精を行うことができる分娩後の発情回帰日数は、繁殖効率としての空胎日数に及ぼす最大の要因であることが示唆された。

2. 超音波断層法による分娩後の子宮修復の観察

超音波断層法による生体内の子宮は血管層および子宮内膜横断面が区分され、また、超音波断層像による血管層と子宮内膜横断面の直径や断面積は、その子宮を摘出して計測した値とよく一致していた。

分娩後の子宮修復の経過は超音波断層法によって直腸検査法よりも、その直径や断面積の推移、悪露や子宮内膜腔の消失時期などを詳細に解析できることが明らかになった。

3. 分娩後の卵巢機能および子宮修復に及ぼす産次の影響

分娩後の子宮修復までの日数は初産牛においては平均31.8であり、産次の増加にともない子宮修復は長くなる傾向を示した。その原因として分娩後7日から20日目までの子宮修復の進行が初産牛に比べて産次の増加にともない緩慢になるためと推察された。

分娩後の初回排卵および発情回帰までの日数は初産牛でとくに遅れる傾向を示した。また、初回排卵時には大部分の牛で発情行動がともなわない無発情排卵であった。このような初回排卵後に形成される黄体の多くは弾力性に乏しく小さめで早めに退行し、初回から2回目排卵までの間隔は平均13.0日であった。2回目排卵時からほとんど全ての牛に明瞭な発情行動が観察され、また、2回目排卵からの排卵間隔は正常の性周期的な変化を繰り返した。排卵間隔日数および各排卵時の発情発現割合については、産次の違いによる差は認められなかった。

分娩後の受胎性は6～10産次でとくに低下した。この受胎性の低下は成熟卵胞の大きさ、排卵および発情徴候などは正常であったことから、卵巢機能の低下によるものよりも、輸卵管あるいは子宮内環境の加齢による機能低下によることが大きいと推察された。

3. 牛子宮内膜の細胞増殖の性周期にともなう変化および性ステロイドホルモン投与の影響

子宮内膜表面上皮のDNA合成の標識指数は、発情前期と発情期においてわずかに増加し、排卵後2～3日目の排卵後期に著明(8.5%)な増加を示した。黄体期にはDNA合成は認められなかった。子宮腺上皮の標識指数は子宮内膜表面上皮とほぼ一致した消長を示した。間質組織では発情期と排卵後期において、ほぼ同水準の標識指数の増加を示した。排卵後期の子宮腺上皮および間質組織の標識指数は、子宮内膜表面上皮に比べて低い値であった。

卵巢摘出牛における子宮内膜表面上皮の標識指数はEstradiol-17 β 単独投与よりも、Progesteroneをさらに追加投与することにより、Estradiol-17 β 単独投与に比べて約3倍に増加することが明らかになった。

II 分娩後の繁殖機能に及ぼす哺乳の影響

1. 黒毛和種における分娩後の経過日数にともなう哺乳量および哺乳行動の推移

黒毛和種66組の母子を用いて、分娩後の経過日数にともなう哺乳行動、哺乳量およびその相互関係について検討した。哺乳回数および総哺乳時間は分娩後30日目が平均8.9回、100.1分であり、10および60日目に比べてその値は大きかった。哺乳量は10日目が平均5.6kgであったものが、60日目には平均4.7kgに漸減した。哺乳回数、哺乳間隔時間の変動および哺乳量は個体、日数および産次間差が有意であった。分娩後30および60日目の哺乳量と哺乳回数との間には有

意な負の相関関係が認められた。また、哺乳回数と総哺乳時間は正の相関を示したことから、基本的には哺乳量が哺乳行動全般に大きな影響を与えているものと推察された。

2. 分娩後の初回排卵までの日数に及ぼす哺乳の影響

上記の試験で用いた黒毛和種66頭における分娩後の初回排卵までの日数に及ぼす産次、体重の変動、哺乳量および哺乳回数などの哺乳刺激の影響は以下の重回帰式で示され、その自由度を調整した寄与率は63.8%であった。

$$Y = 37.157 - 1.842X_1 - 0.036X_3 - 0.112X_4 + 2.001X_5 + 0.521X_6 \\ + 0.103X_8 + 0.364(X_1 - 3.7)^2 - 0.001(X_7 - 100.1)^2$$

Y：分娩後の初回排卵までの日数、 X_1 ：産次、 X_3 ：分娩直後の母牛体重、 X_4 ：30日目体重、 X_5 ：哺乳量、 X_6 ：哺乳回数、 X_7 ：総哺乳時間、 X_8 ：哺乳間隔時間の変動

これら要因の相対重要度は産次＞哺乳量＞30日目体重＞分娩直後体重＞総哺乳時間＞哺乳間隔時間の変動＞哺乳回数の順であった。初回排卵までの日数の産次およびの総哺乳時間の効果は2次の関数で表された。その他の要因は全て線形性であった。この重回帰式から、哺乳量や哺乳回数の増加は分娩後の初回排卵までの日数を指標とする卵巢機能回復を抑制し、また、それは分娩前後の栄養状態を示すと考えられる体重の変動によっても影響されることが示唆された。しかしながら、哺乳回数を制限すると総哺乳時間も短くなることから、初回排卵までの日数は体重が軽くて哺乳量が多い牛でも短縮できることが示された。

3. 子宮修復に及ぼす哺乳の影響

分娩後の子宮修復までの日数は

$$Y=22.633+2.152X_1+1.959X_5-0.361X_6$$

Y：子宮修復までの日数、 X_1 ：産次、 X_5 ：哺乳量、 X_6 ：哺乳回数
の重回帰式で示され、その自由度を調整した寄与率は85.0%であった。産次、哺乳量および哺乳回数の相対重要度は各々75.2%、21.7%、3.1%であった。この重回帰式から産次や哺乳量の増加は子宮修復を遅らせることが示唆された。一方、哺乳回数の増加は子宮修復に対して促進的に働くことが示唆された。哺乳回数は卵巢機能回復に対しては抑制的に、子宮修復については促進的に作用する二面性のあることも明らかになった。また、子宮修復に関係する要因は卵巢機能回復に比べて少なく、体重などは大きな意義を有していないことが解析された。

4. 子宮修復に及ぼす分娩直後離乳および制限哺乳の影響

分娩直後離乳牛および自然哺乳牛の子宮修復までの日数は各々平均 43.6 ± 3.4 日、 37.5 ± 5.8 日であり、その差は有意($P < 0.05$)であった。子宮修復のパターンに大きな違いは認められなかったが、分娩直後離乳牛では自然哺乳牛に比べ子宮角幅の減少が、とくに10日目頃まで小さい傾向が認められ、その結果修復の程度も遅れる傾向にあることが認められた。

哺乳量がほぼ同一である無角和種を用いて、分娩後3日目より1日2回に哺乳回数を制限すると、子宮修復の進行は自然哺乳牛に比べて緩慢に進行し、30日目に摘出した子宮の重量、子宮角中央部の直径および子宮角の長さの修復程度は明らかに制限哺乳牛で劣っていた。一方、子宮内膜表面上皮の高さは、初回排卵後6日目を経過し、黄体が形成されていた牛では卵巢静止期にある牛に比べて高く、子宮の形態的な修復程度とは必ずしも一致していなかった。

以上の結果、哺乳刺激は子宮の形態的な大きさの修復に關与するが、子宮内膜表面上皮の高さは卵巢機能の状態に影響されるものと考えられた。

Ⅲ 早期離乳が分娩後の繁殖機能回復および子牛の發育に及ぼす影響

1. 分娩後の卵巢機能および子宮修復に及ぼす早期離乳の影響
肉用牛の分娩後の繁殖機能回復に及ぼす早期離乳の効果を明らかにするために、黒毛和種49頭を用いて、分娩後1週および4週目に離乳し、自然哺乳牛と比較検討した。分娩後の初回排卵までの日数は分娩後早期に離乳することにより、卵巢期の回復は促進される傾向にあった。卵巢機能回復に及ぼす早期離乳の効果は、とくに初産牛で明らかであった。初回排卵から2回目排卵までの間隔は平均11.8~13.6日を示し、15日未満が72.3%を占め、通常の性周期に比べて著しく短かった。また、初回排卵時の発情発現割合は低かった。排卵間隔日数および各排卵時の発情発現割合は早期離乳および自然哺乳牛ともに違いは認められなかった。子宮修復までの日数は分娩後の離乳時期が早いほど遅延する傾向を示した。しかし分娩後早期に離乳することによって、空胎日数も短縮できることが示された。

2. 早期離乳およびLH-RH類縁化合物の投与が繁殖機能回復に及ぼす影響

分娩後4週における早期離乳およびLH-RH類縁化合物200 μ gの投与の有無による分娩後の卵巢機能回復に及ぼす影響を検討した。自然哺乳牛においてもLH-RH類縁化合物を4週目に投与することにより、

4週離乳牛とほぼ同時期に初回排卵が可能となる効果を期待でき、とくに初産牛でその効果が顕著であった。また、これらの処置による各排卵時の発情発現割合や排卵間隔日数に違いは認められず、受胎性も良好であった。

以上の結果、放牧飼養した初産牛は分娩後の卵巢静止の期間が長い牛が多く、これらの牛に早期離乳やLH-RH類縁化合物の投与によって卵巢機能回復を促進できる可能性のあることが示唆された。

3. 代用乳給与による黒毛和種子牛の発育性

早期に親子分離した黒毛和種子牛における代用乳給与が、6か月齢までの発育に及ぼす影響を調べた。4週齢で親子分離後、10週および14週目まで代用乳600gを給与した子牛のD.G.は、代用乳給与開始直後若干低下したが、24週齢までとくに差は認められなかった。体重や体各部位の発育はいずれも良好に保たれた。1週齢で親子分離後代用乳を給与した子牛の発育は、1か月齢までの発育が大幅に停滞し、その後の発育性も劣っていた。

以上の結果、4週齢で親子分離後10週齢まで代用乳を給与した子牛の発育性にはとくに問題はなかったが、1週齢で親子分離した子牛の発育性は、本試験の方法では発育の著しい停滞を引き起こした。

謝 辞

本研究を取りまとめるにあたり、格別なる御指導と助言を賜り、また本論文の御校閲をいただいた京都大学教授入谷 明博士に深甚の謝意を表する次第である。

また本試験の遂行にあたり、農林水産省畜産試験場繁殖部長（現麻布大学教授）渋谷佑彦博士、農林水産省中国農業試験場畜産部田畑一良部長、（現畜産試験場飼養技術部長）岡本昌三博士には有益な助言と御指導を受けた。とくに畜産試験場胎生発育研究室長（現山口大学）菅徹行博士、中国農業試験場家畜第一研究室長（現畜産試験場育種部）大石孝雄博士、小杉山基昭博士には実験の遂行上、多大な御協力と御助言をいただいた。また本実験の遂行上多大なる御協力をいただいた農林水産省中国農業試験場家畜第一研究室（現畜産試験場繁殖部）岡野彰博士、鈴木修博士に深謝するとともに、本実験を終始絶大なる御協力していただいた島田和宏研究員に謝意を表する次第である。また供試牛の適切な飼養管理をしていただいた中国農業試験場畜産部帰山幸夫業務科長をはじめ業務科職員各位には深い謝意を表する。

引用文献

- 1) BAKER, L.N., H.L. WOHLING, L.E. CASIDA, R.H. GRUNNER (1953): Occurrence of estrus in sows following parturition. *J. Anim. Sci.*, 12, 33-38.
- 2) BASTIDAS, P., J. TROCONIZ, O. VERDE, O. SILVA (1984): Effect of restricted suckling on ovarian activity and uterine involution in Brahman cows. *Therigenology*, 21, 525-532.
- 3) BELLOW, R.A., R.E. SHORT, J.J. URIC and O.F. PANNISH (1974): Effects of early weaning on postpartum reproduction of the dam and growth of calves born as multiples or singles. *J. Anim. Sci.*, 39, 589-600.
- 4) BETO, M., B. LEDERER, E. BOQUOI and W. SANDRITTER (1968): Effect of estrogens and gestagens on the initiation of DNA synthesis in the genital tract of ovariectomized mice. *Exp. Cell Res.*, 52, 173-179.
- 5) BOYED, H. (1977): Anoestrus in cattle. *Vet. Rec.*, 100, 150-153.
- 6) BRITT, J.H., R.J. KITTOCK and D.S. HARRISON (1974): Ovulation, estrus and endocrine response after GnRH in early postpartum cows. *J. Anim. Sci.*, 39, 915.
- 7) BRITT, J.H. (1975): Early postpartum breeding in dairy cows. A review. *J. Dairy Sci.*, 58, 266-271.
- 8) BUCH, N.C., W.J. TYLER and L.E. CASIDA (1955): Postpartum estrus and involution of the uterus in an experimental herd of holstein-frisian cows. *J. Dairy Sci.*, 38, 73-79.
- 9) BULMAN, D.C. and G.E. LAMING (1978): Milk progesterone level in relation to conception, repeat breeding and factors influencing acyclicity in dairy cows. *J. reprod. Fert.*, 54, 447-458.
- 10) CARMAN, G.M. (1955): Interrelations of milk production and breeding efficiency in dairy cows. *J. Anim. Sci.*, 14, 753-759.
- 11) CARRUTHERS, T.D. and H.D. HAFS (1980): Suckling and four-times daily milking: influence on ovulation, estrus and serum luteinizing hormone, glucocorticoids and prolactin in postpartum holsteins. *J. Anim. Sci.*, 50, 919-925.
- 12) CARSTAIRS, J.A., D.A. HOPLEY and R.S. EMERY (1980): Postpartum reproductive function of dairy cows as influenced by energy and phosphorus status. *J. Anim. Sci.*, 51, 1122-1130.
- 13) CASIDA, L.E. (1968): Studies on the postpartum cow. *Wisconsin Res. Bull.*, 270, 48-51.

- 14) CLAPP, H.A. (1937): A factor in breeding efficiency in cattle . Proc. Amer. Soc. Anim. Prod., 30, 259.
- 15) CLARK, B.F. (1971): The effects of oestrogen and progesterone on uterine cell division and epithelial morphology in spayed, adrenalectomized rats., J. Endocr., 50, 527-528.
- 16) COLE, H.E. and E.H. HUGHES (1946): Induction of estrus in lactating sows with equine gonadotropin. J. Anim. Sci., 5, 25-29.
- 17) DAS, R.M. (1972): The effects of oestrogen on the cell cycle in epithelial and connective tissues of the mouse uterus. J. Endocr., 55, 21-30.
- 18) DENO, A.D. (1937): Uterine macrophages in the mouse and their relation to involution., Amer. J. Anat., 60, 433-471.
- 19) DISKIN, M.G. and J.M. SREENAN (1980): Fertilization and embryonic mortality rates in beef heifers after artificial insemination. J. Reprod. Fert., 59, 463-468.
- 20) 百目鬼郁男 (1978): 家畜繁殖学—最近の歩み— (山内 亮編) p45 1-464, 文永堂, 東京.
- 21) DUNN, T.G., J.E. INGALLS, D.R. ZIMMER and J.N. WILTBANK (1969): Reproductive performance of 2-year old hereford and angus heifers as influenced by pre- and post-calving energy intake. J. Anim. Sci., 29, 719-726.
- 22) EDWARDS, S., J.F. ROCHE and G.D. NISWENDER (1983): Response of suckling beef cows to multiple, low-dose injection of Gn-RH with or without progesterone pretreatment. J. Reprod. Fert., 69, 65-72.
- 23) ENGLAND, B.G., E.R. HAUSER and L.E. CASIDA (1973): Some effects of unilateral ovariectomy in the postpartum beef cows. J. Anim. Sci., 36, 45-50.
- 24) EPIFANOVA, O.I. (1966): Mitotic cycles in estrogen-treated mice: a radioautographic study, Exp. Cell Res., 42, 562-577.
- 25) ERICKSON, B.H. (1966): Development and senescence of the postnatal bovine ovary. J. Anim. Sci., 25, 800-805.
- 26) ERICKSON, B.H., R.A. CEYNOLDS and R. MUPPHEREE (1976): Ovarian characteristics and reproductive performance of aged cow. Biol. Reprod., 15, 555-560.
- 27) FINN, C.A. and L. MARTIN (1973): Endocrine control of gland proliferation in the mouse uterus. Biol. Reprod., 8, 585-588.
- 28) FOSGATE, O.T., N.W. CAMERON and McLEOD (1961): Influence of 17-alpha-hydroxyprogesterone-N-caproate upon postpartum

- reproductive activity in the bovine. *J. Anim. Sci.*, 21, 791-793.
- 29) GIER, H.T. and G.B. MARION (1968): Uterus of the cow after parturition: involutional changes. *Amer. J. Vet. Res.* 29, 83-96.
 - 30) GORDON, I. (1976): Controlled breeding in cattle. Part 1. Hormones in the regulation of reproduction, oestrus control, and set-time artificial insemination. *Anim. Breed. Abst.*, 44, 265-275.
 - 31) HAFEZ, E.S.E. and J.A. LINEWEAVER (1968): Suckling behaviour in natural and artificially fed neonate calves. *Zeitschrift fur tierpsychologie*, 25, 187-198.
 - 32) HAFEZ, E.S.E. and M.F. BOUISSOU (1975): The behaviour of domestic animals. (ed., E.S.E. HAFEZ), p203-245, Bailliere Tindall, London.
 - 33) HAMMOND, J., and F.H.A. MARSHALL (1925): Reproduction in the Rabbit. Oliver and Boyd, London. (cited by WILTBANK 1958)
 - 34) HAMMOND, J. (1960): Farm animals. Their growth, breeding inheritance. 3rd ed. 45-144. Edward Arnold, London.
 - 35) HANSEN, P.J., D.H. BAIK, J.J. RUTLEDGE and E.R. HAUSER (1982): Genotype x environmental interactions on reproductive traits of bovine females. II. postpartum reproduction as influenced by genotype, dietary regimen, level of milk production and parity. *J. Anim. Sci.*, 55, 1458-1472.
 - 36) HANSEN, P.J. and E.R. HAUSER (1984): Photoperiodic alteration postpartum reproductive function in suckled cows. *Theriogenology*, 22, 1-14.
 - 37) 橋爪 力・菅原博生・沢田 実・山田和明・及川稜郎・兼松重任・丹羽太左衛門 (1983): 日本短角種の分娩後における発情発現状況と血中プロジェステロン濃度の動態について. *家畜繁殖誌*, 29, 188-192.
 - 38) 林 健剛・伊丹豊一・杉崎治男・井上輝臣 (1976): 黒毛和種雌牛の育成期における栄養の違いが発育および繁殖におよぼす影響 第2報 2年時成績. 昭50 大分畜試試験成績報. 1-10.
 - 39) 林 孝・長嶺慶隆・西田朗 (1983): 重回帰分析による乳牛の空胎期間におよぼす要因の解析. *家畜繁殖誌*, 29, 13-19.
 - 40) 檜垣繁光・岡 秀・栗井好次・桐沢 統・吉田信行 (1959): 乳牛における分娩後子宮収復に関する研究 1. 正常牛における分娩後子宮収復と受胎との関係. *農技研報*, G(18), 65-83.
 - 41) 檜垣繁光 (1967): 乳牛の繁殖能力. *畜産試験場年報*, 6, 135-166.
 - 42) 檜垣繁光 (1982): 子牛の哺乳と育成技術. *畜産の研究*. 36, 862-870.

- 43) HILLERS, J.K., P.L.SENGER, R.L.DARINGTON and W.N.FLEMING(1984): Effects of production, season, age of cow, days dry, and days in milk on conception to first service in large commercial dairy herds., *J.Dairy Sci.*, 67, 861-867.
- 44) HINSHELWOOD, M.M., P.J.HANSEN and E.R.HAUSER(1982): Short estrous cycles on postpartum cows as influenced by level of milk production, suckling diet, season of calving and interval to first estrus. *Theriogenology*, 18, 383-392.
- 45) HINSHELWOOD, M.M., D.J.DIERSCHKE and E.R.HAUSER(1985): Effect of suckling on the hypothalamic-pituitary axis in postpartum beef cows, independent of ovarian secretions. *Biol. Reprod.*, 32, 290-300.
- 46) 福原利一・小畑太郎・木原靖博(1973): 放牧子牛の発育に関する研究(第1報) 発育曲線の推定および正常発育の範囲について. 中国農試報B20, 1-50
- 47) 福原利一・小畑太郎・塩谷康生(1975): 放牧和牛の子牛生産性について. 中国農試報 B21, 43-51.
- 48) HUTCHISON, H.G., R.WOOF., R.M.MABON, I.SALEHE and J.M.ROBB(1962): A study of the habits of Zebu cattle in Tanganyika. *J. Agric.Sci., Camb.*, 59, 301-317.
- 49) 井上文洋・杉田義佐・山南好一(1970): 肉用子牛の人工乳による育成試験. 兵庫畜試研報., 7, 21-28.
- 50) 井上義一・鈴木一郎(1981): ウシの泌乳量と受胎成績., 家畜繁殖誌, 27, 31-35.
- 51) 石原盛衛・鈴木俊二・林正夫・吉田正三郎(1946): 和牛の泌乳及乳利用に関する研究. 畜産彙報. 45, 1-63.
- 52) 伊藤祐之・工藤 篤・丹羽太左衛門(1944): 豚の発情に関する研究. 畜試報告, 49, 1-51.
- 53) 岩崎和雄(1986): 黒毛和種の妊娠時におけるエネルギー代謝とエネルギー利用効率. 畜試研報, 45, 25-90.
- 54) JOHANNIS, C.J., T.L.CLARK and J.B.HERRICK(1962): Factors affecting calving interval. *J.A.V.M.A.*, 151, 1692-1704.
- 55) 加茂前秀夫・金田義宏・百目鬼郁男・中原達夫(1984): 乳牛の分娩後の卵巢静止期におけるLH-RH類縁化合物投与後の卵巢反応. 家畜繁殖誌, 30, 68-79.
- 56) KESLER, D.J., H.A.GARVERICK, R.S.YOUNGQUIST, R.G.ELMORE and C.J.BIERSCHWAL(1977): Effect of days postpartum and endogenous reproductive hormones on GnRH-induced LH release in dairy cows., *J.Anim.Sci.*, 45, 797-803.
- 57) 岸信夫・山南好一・清水智治・井上文洋(1967): 肉用牛子牛の人

- 工乳による育成試験., 兵庫畜試研報., 5, 33-44.
- 58) 小西公巳・吉岡健治・野村ひろ夫・西川義雄・高橋義浩(1970):
Estrogen, progesteron のダイコクネズミ子宮蛋白, 核酸合成に
及ぼす影響. 奈良医誌, 21, 295-302.
 - 59) KRAGELUND, K., J. HILLEL and D. KALAY (1979): Genetic and
phenotype relationship between reproduction and milk
production., J. dairy Sci., 62, 468-474.
 - 60) 熊崎一雄・田中英治・木原靖博(1955): 和牛の発育に関する研究.
中国農試報B2, 73-108.
 - 61) 黒田昭昌・塚本彰夫・金山 聖・溝口 豊・嘉寿頼栄(1979): 肉用牛
(黒毛和種) の分娩後の飼料給与指標の確立に関する研究. 近畿中
国地域共同研究成果収録. 7, 13-16.
 - 62) 黒崎順二(1985): 家畜行動学の概観. 日畜会報, 56, 185-192.
 - 63) 久馬 忠・菊池武昭・高橋政義・滝沢静夫(1976): 黒毛和種自然哺
乳子牛の摂食生態と栄養摂取量. 東北農試報, 52, 145-159.
 - 64) LABEN, R. L., R. SHANKS, P. J. BERGER and A. E. FREEMAN (1982):
Factors affecting milk yield and reproductive performance.
, J. Dairy Sci., 65, 1004-1015.
 - 65) LABHESWAR, A. P., W. E. COLLINS, W. J. TYLER and L. E. CASIDA (1964):
Some pituitary-ovarian relationships in the periparturi-
ent cows., J. Reprod. Fert., 8, 85-90.
 - 66) LEE, A. E. and W. R. DUKELOW (1972): Synthesis of DNA and
mitosis in rabbit uteri after oestrogen and progesteron
injections, and during early pregnancy. J. Reprod. Fert., 31, 4
73-476.
 - 67) LEWANDROWSKI, N. M. and J. F. HURNIK (1983): Nursing and cross-
nursing behavior of beef cattle in confinement. Can. J. Anim.
Sci., 63, 849-853.
 - 68) LONG, J. A., and H. M. EVANS (1922): The oestrus cycle in the
rat and its associated phenomena. Memoirs of Univ. of
California. Vol. VI. (cited by WILTBANK 1958)
 - 69) MANNS, J. G. and G. RICHARDSON (1976): Induction of cyclic act-
ivity in the early postpartum dairy cows., Can. J. Anim. Sci.,
56, 467-473.
 - 70) MARION, G. B., J. S. NORWOOD and H. T. GIER (1968): Uterus of the
cow after parturition: factors affecting regression. Amer. J.
Vet. Res., 29, 71-75.
 - 71) MARTIN, L. and C. A. FINN (1968): Hormonal regulation of cell
division in epithelial and connective tissues of the mouse
uterus, J. Endocr., 41, 363-371.

- 72) McHown, R. and D. Olds (1966): Effect of age and number of calvings on histological characteristics of the bovine uterus. *J. Dairy Sci.*, 49, 642-646.
- 73) Menge, A.C., S.E. Mares, W.J. Tyler and L.E. Casida (1962): Variation and association among postpartum reproduction and production characteristics in holstein-friesian cattle. *J. Dairy Sci.*, 45, 233-241.
- 74) Moller, K. (1970): Uterine involution and ovarian activity after calving. *N.Z. Vet. J.*, 18, 140-145.
- 75) 森純一 (1980): 家畜における排卵をめぐるホルモンの動態 - 下垂体ホルモンを中心として -, *家畜繁殖誌*, 26, 20-28.
- 76) Mori, J. and T. Tomizuka (1981): Luteinizing hormone releasing activity of analogue of luteinizing hormone releasing hormone, [des-Gly- NH₂¹⁰, Pro-ethylamide⁹] -LH-RH in cattle. *Jpn. J. Zootech. Sci.*, 52, 736 - 740.
- 77) 森純一・富塚常夫・中西雄二・井内民師・仮屋堯由 (1982): ウシにおける各種繁殖条件下の血中卵胞刺激ホルモン濃度., *家畜繁殖誌*, 28, 45-50.
- 78) 森山郁子・垣田守彦・芝 茂樹・須川 (1969): 子宮組織に於ける Estrogen 及び Progesterone の作用機構に関する研究 I 特に核酸合成の律速に関して, *日産婦誌*, 21, 517-525.
- 79) 中原達夫・百目鬼郁男・山内 亮 (1969): 放牧牛の繁殖機構に関する実態調査 I 分娩後の繁殖機能の回復について. *日獣学誌 (学会号)*, 31, 145.
- 80) 肉用牛総合問題研究会 (1980): わが国の牛肉並びに肉用牛問題に対する提言. p24, 全国肉用牛協会, 東京.
- 81) 西田 朗 (1969): 副次級内測定値数が不揃いな二重分類データの分析 - 交互作用は無視できるばあい -, *農林研究計算センター報*, A4, 45-61.
- 82) 西田朗 (1977): 一般漸化式による直行多項式のあてはめ. *農林研究計算センター報告*, 8, 135-146.
- 83) 農林省鳥取種畜牧場 (1976): 繁殖に関する調査., *農林省鳥取種畜調査試験成績報*, 4, 53-60.
- 84) 農林水産技術会議事務局 (1970): 肉用牛の日本飼養標準に関する研究. 研究成果 42, 67-92.
- 85) 農林水産研究計算センター利用者マニュアル 13 (1983): CMAP 会話型多変量解析パッケージプログラム. 農林水産技術会議事務局.
- 86) 小畑太郎・福原利一・塩谷康生・岡野彰・木原靖博 (1977): 肉用牛の育成時における成長と生産性. *中国農試報* B22, 27-51.
- 87) Odde, K.G., H.S. Ward, G.H. Kiracofe, R.M. McKee and R.J. Kittok (1

- 980): Short estrus cycles and associated serum progesterone levels in beef cows. *Theriogenology* 14, 105-112.
- 88) ODDE, K.G., G.H. KIRACOFÉ and R.R. SCHALLES (1985): Suckling behavior in range beef calves. *J. Anim. Sci.*, 61, 307-309.
- 89) 大石孝雄・岡野彰・居在家義昭(1982): 早期繁殖雌牛(黒毛和種)の生涯子牛生産性に及ぼす供用開始時の大きさの影響. 肉用牛研究会報, 34, 17-20.
- 90) 岡村勤・篠田稔彦・石川豊・宗網良治(1986): 黒毛和種及び無角和種の放牧利用特性の解明(第2報). 山口畜試研報, 5, 27-41.
- 91) 岡野彰・福原利一・塩谷康生・小畑太郎(1981): 黒毛和種における分娩後の子宮形態の復故. 中国農試報 B25, 1-10.
- 92) OKANO, A. and R. FUKUHARA (1980): Histological studies on postpartal uterine involution in Japanese black cows. *Jpn. J. Zootech. Sci.*, 51, 284-292.
- 93) 岡野彰・島田和宏・居在家義昭・大石孝雄(1984): 黒毛和種雌牛の生涯的な繁殖能力. 日畜会報, 55, 458-464.
- 94) OLTENACU, P.A., T.R. ROUNSAUVILLE, R.A. MILLIGAN and R.L. HINTZ (1980): Relationship between days open and cumulative milk yield at various intervals from parturition for high and low producing cows. *J. Dairy Sci.*, 63, 1317-1327.
- 95) OXENREIDER, S.L. (1968): Effects of suckling and ovarian function on postpartum reproductive activity in beef cows. *Am. J. Vet. Res.*, 29, 2099-2102.
- 96) OXENREIDER, S.L. and W.C. WAGNER (1971): Effect of lactation and energy intake on postpartum ovarian activity in the cow. *J. Anim. Sci.*, 33, 1026-1031.
- 97) PETERS, A.R., G.E. LAMING and M.W. FISHER (1981): A comparison of plasma LH concentrations in milked and suckling postpartum cows. *J. Reprod. Fert.*, 62, 567-573.
- 98) PETER, A.R. and G.M. RILEY (1982): Milk progesterone profiles and factors affecting postpartum ovarian activity in beef cows. *Anim. Prod.*, 34, 145-153.
- 99) RAMIREZ-GODINEZ, J.A., G.H. KIRACOFÉ, R.R. SCHALLES and G.D. NISWENDER (1982): Endocrine patterns in the postpartum beef cows associated with weaning: a comparison of the short and subsequent normal cycles. *J. Anim. Sci.*, 55, 153-158.
- 100) REEVES, J.J. and C.T. GASKINS (1981): Effect of once-a-day nursing on rebreeding efficiency of beef cows. *J. Anim. Sci.*, 53, 889-891.
- 101) REEVES, J.J., N.W. RANTANEN and M. HAUSER (1984): Transrectal

- real-time ultrasound scanning. *Theriogenology*, 21, 485-494.
- 102) RILEY, G.M., A.R. PETERS and G.E. LAMINNG (1981): Induction of pulsatile LH release, FSH release and ovulation in post-partum acyclic beef cows by repeated small doses of Gn-RH. *J. Reprod. Fert.*, 63, 559-565.
 - 103) RHODES, R.C., R.D. RANDELL and C.R. LONG (1982): Corpus luteum function in the bovine; in vivo and in vitro evidence for both a seasonal and breed type effect. *J. Anim. Sci.*, 55, 159-167.
 - 104) ROSENBERG, M., Z. HERG, M. DAVIDSON and Y. FOLMAN (1977): Seasonal variations in post-partum plasma progesterone level and conception in primiparous and multiparous dairy cows. *J. Reprod. Fert.*, 51, 363-367.
 - 105) ROWSON, L.E.A., R.A.S. LAWSON and R.M. MOOR (1971): Production of twins in cattle by egg transfer. *J. Reprod. Fert.*, 25, 261-268.
 - 106) ROY, J.H.B. (1970): The calf. vol 2, nutrition and health, 18-37, J. Liffé, London.
 - 107) SCHALLENBERGER, E. and D.L. WALTERS (1985): Endocrine causes of seasonal and lactational anestrus in farm animals (ELLENDORFF, F & F. ELSAESSER ed.) Endocrine mechanisms contributing to postpartum anoestrus in dairy and beef cattle, p 206-220. Martinus Nijhoff Publishers, Dordrecht.
 - 108) SELF, H.L. and R.H. GRUMMER (1962): The rate and economy of pig gains and the reproductive behavior in sows when litters are weaned at 10 days, 21 days, or 56 days of age. *J. Anim. Sci.*, 17, 862-868.
 - 109) 島田和宏・居在家義昭・岡野彰・大石孝雄 (1986): 放牧飼養における黒毛和種繁殖牛の分娩後の繁殖性に及ぼす年次, 季節, 産次, 産子の性, 乳量の影響. *日畜会報*, 57, 1038-1040.
 - 110) 清水寛一 (1978): 家畜繁殖学—最近の歩み— (山内 亮編) p221-238, 文永堂、東京。
 - 111) SHORT, R.E., R.A. BELLWS, E.L. MOODY and B.E. HOWLAND (1972): Effects of suckling and mastectomy on bovine postpartum reproduction. *J. Anim. Sci.*, 34, 70-74.
 - 112) SLEMAN, I.E., A.D. McEWAN and E.V. FISHER (1970): Studies on natural suckling in cattle during the first eight hours post partum I. behavioural studies (dams). *Anim. Behav.*, 18, 276-283.
 - 113) SMITH, L.E. Jr and C.K. VINCENT (1972): Effects of early weaning and exogenous hormone treatment of bovine post-

- partum reproduction., J.Anim.Sci.,35,1228-1232.
- 114) SMITH, M.F., A.W. LISHMAN, G.S. LEWIS, P.G. HARMS, M.R. ELLERSTIECK, E.K. INSKKEO, J.N. WILTBANK and M.S. AMOSS (1983): Pituitary and ovarian responses to gonadotropin releasing hormone, calf removal and progesterone in anestrus beef cows., J.Anim.Sci., 57, 418-424.
 - 115) STEVENSON, J.S. and J.H. BRITT (1980): Models for prediction of days to first ovulation based on changes in endocrine and nonendocrine traits during the first two weeks post-partum in holstein cows. J.Anim.Sci., 50, 103-112
 - 116) 菅 徹行・正木淳二・木嶋朗博(1973): 牛の子宮分泌液に関する研究Ⅷ着床前期における雌生殖器官組織および分泌液中の糖と糖アルコールの消長. 家畜繁殖誌, 19, 59-66.
 - 117) 菅 徹行(1975): 分娩後の子宮修復を中心として. 家畜繁殖誌, 20, XV-XX.
 - 118) 杉原敏弘(1980): 乳用おす子牛による肉生産の手引., p29-54, 北海道農試.
 - 119) 鈴木修・佐藤匡美(1979): 分娩後3日離乳肉牛の発情回帰及び血中progesterone, estradiol-17 β 濃度の変化. 家畜繁殖誌, 25, 183-188.
 - 120) 鈴木修・佐藤匡美(1980): 早期離乳牛における分娩後の繁殖機能及び血中プロゲステロン濃度の変化. 日畜会報., 51, 760-765.
 - 121) 鈴木修・佐藤匡美(1982): 肉牛における妊娠期の低栄養飼養が分娩後の繁殖機能及び子牛の発育に及ぼす影響 I 血中プロゲステロン濃度, 分娩及び分娩後の繁殖機能に及ぼす影響. 草地試研報, 23, 79-86.
 - 122) 鈴木修・佐藤匡美(1984): 肉牛における1日1回哺乳ならびに1日2回哺乳が母牛の分娩後の繁殖機能および子牛の発育と摂食行動に及ぼす影響. 家畜繁殖誌, 30, 39-45.
 - 123) 鈴木修・佐藤匡美・酒井義正(1985): 栄養条件を異にして育成した黒毛和種雌牛の発育, 性成熟およびその後の子牛生産性. 草地試研報, 32, 14-26.
 - 124) 鈴木省三・中島三博・中村芳隆(1979): 乳用種子牛の生後24時間の自然吸乳行動, 日畜会報, 50, 778-781.
 - 125) TACHI, C., S. TACHI and H.R. LINDER (1972): Modification by progesterone of oestradiol-induced cell proliferation, RNA synthesis and oestradiol distribution in the rat uterus. J. Reprod. Fert., 31, 59-76.
 - 126) 高橋政義・菊池武昭・滝沢静夫・久馬 忠(1979): 黒毛和種における春期分娩牛の発情再帰について. 東北農試験報. 60, 63-72.

- 127) TANABE, T.Y. and L.E. CASIDA (1949): The nature of reproductive failures in cows of low fertility. *J. Dairy Sci.*, 32, 237-246.
- 128) 寺田隆慶・吉田正三郎・小野寺勉 (1979): 肉用牛の授乳量に及ぼす2, 3の要因の検討ならびに授乳量の推定法について. *中国農試報* B24, 23-36.
- 129) 富塚常夫・飯屋堯由・金城善宏・百目鬼郁男・中原達夫 (1983): 家畜における内部生殖器の超音波映像診断とその臨床応用, I 牛における妊娠経過に伴う子宮, 卵巢の観察. 58年秋期家畜繁殖研究会講演要旨.
- 130) URIAMARINOU and J.E. LOVELL (1968): Cytology of the bovine epithelium during the estrous cycle. *Am. J. Vet. Res.*, 29, 13-29.
- 131) USMANI, R.H., U.N. ULLA and S.K. SHAH (1985): A note on the effect of suckling stimulus on uterine involution, postpartum ovarian activity and fertility in Nili-ravi buffaloes. *Anim. Prod.*, 41, 119-122.
- 132) VANDEPLASSCHE, M. (1985): Endocrine causes of seasonal and lactational anestrus in farm animals (ELLENDORFF, F & F. ELSSAESSER ed.) *Comparative aspects of the postpartum period in domestic animals*, pp. 186-198. Martinus Nijhoff Publishers, Dordrecht.
- 133) WAGNER, W.C., S. RAYMOND and W. HANSEL (1969): Reproductive physiology of the post partum cows. II. pituitary, adrenal and thyroid function. *J. Reprod. Fert.*, 18, 501-508.
- 134) WAGNER, W.C. (1974): Intensified dairy operations and their effect on periparturient diseases and postpartum reproduction. *J. Dairy Sci.*, 57, 354-360.
- 135) WAGNER, W.C. and P.S. LI (1982): Influence of adrenal corticosteroids on postpartum pituitary and ovarian function. *Current Top. Vet. Med. Anim. Sci.*, 20, 197-219.
- 136) WALKER, D.M. (1950): Observation on behaviour in young calves. *Bull. Anim. Behav.*, 1, 5-10.
- 137) WALTERS, D.L., R.E. SHOR, E.M. CONVEY, R.B. STAIGMILLER, R.B., T.G. DUNN and C.C. KALTENBACH (1982): Pituitary and ovarian function in postpartum beef cows. II. Endocrine changes prior to ovulation in suckled and nonsuckled postpartum cows compared to cycling cows. *Biol. Reprod.*, 26, 647-654.
- 138) WEBER, A.R., B.B. MORGAN and S.H. McNUTT (1948): A histological study of metrorrhagia in the virgin heifer. *Amer. J. Anat.*, 83, 309-328.

- 139) WETTERMANN, R. P., E. J. TURMAN, R. D. WYATT and R. TOTUSEK (1978): Influence of suckling intensity on reproductive performance of range cows. *J. Anim. Sci.*, 47, 342-346.
- 140) WHITMORE, H. L., W. J. TYLER and L. E. CASIDA (1974): Effect of early postpartum breeding in dairy cattle. *J. Anim. Sci.*, 38, 339-346.
- 141) WILLIAMS, G. L., J. KOTWICA, W. D. SLANGER, D. K. OLSON, J. E. TILTON and L. J. JOHNSON (1982): Effect of suckling on pituitary responsiveness to gonadotropin-releasing hormone throughout the early postpartum period of beef cows. *J. Anim. Sci.*, 54, 594-602.
- 142) WILTBANK, J. N. and A. C. COOK (1958): The comparative reproductive performance of nursed cows and milked cows. *J. Anim. Sci.*, 17, 640-648.
- 143) WILTBANK, J. N., W. W. ROWDEN, J. E. INGAL and D. R. ZIMMERMAN (1964): Influence of post-partum energy level on reproductive performance of hereford cows restricted in energy intake prior to calving. *J. Anim. Sci.*, 23, 1049-1053.
- 144) WILTBANK, J. N. (1970): Research needs in beef cattle reproduction. *J. Anim. Sci.*, 31, 755-762.
- 145) WYATT, R. D., M. B. GOULD and R. TOTUSEK (1977): Effects of single vs simulated rearing on cows and calf performance. *J. Anim. Sci.*, 45, 1409 - 1414.
- 146) 山田正篤・武田久雄(1971): 医化学実験法講座 8 (式部啓編), 初版, p339-351.
- 147) 山内亮・仮屋堯由・田中幹夫・佐々木伸夫(1979): 合成LH-RHによる牛の排卵誘起に関する研究 1. 分娩後の排卵誘起及び排卵障害の治療. *家畜繁殖誌*, 25, 12-16.
- 148) 山内昭二・小寺敬一・垣下奉史(1968): 牛妊娠子宮の組織学的研究 I 子宮小丘間領域の内膜について *日畜会報*, 39, 487-504.
- 149) YAMAUCHI, S., T. KAKISHITA and K. KOTERA (1969): Histological study of the pregnant uterus in the cow. II. general histological study on the uterine gland. *Bull. Univ. Osaka Pref., Ser. B.*, 21, 147-166.
- 150) 山内昭二(1978): 加齢と性機能— 一般的考察と特に牛の場合における検討—. *日畜会報*, 49, 387-399.
- 151) 山内昭二(1978): 家畜繁殖学最近の歩み (山内亮編) p239, 初版, 文永堂, 東京.
- 152) ZEMJANIS, R. (1970): Diagnostic and therapeutic techniques in animal reproduction, 2nd ed., 55-78, The Williams and Wilkins

Co., Baltimore.

- 153) ZIETZSCHMANN, O and O. KROLING (1955): Lehrbuch der Entwicklungsgeschichte der Haustiere, 2nd ed. p23-45, Paul Parey, Berlin.

Studies on the effects of suckling stimulation and milk
yield on the postpartum reproductive performance in
beef cows

Yosiaki IZAIKE

A one year interval between calving is the goal of the reproductive management in beef herds. This is difficult to reach and to maintain because the restoration of a full ovarian and uterine activity is delayed by various factors. The main purpose of this study was to investigate the fundamental characteristics of ovarian function and uterine involution postpartum period, and the relationships between reproductive performance and milk yield, suckling stimulation, and to obtain the improvement of reproductive efficiency in grazing Japanese Black cows. Results obtained were as follows.

I Characteristics of postpartum reproductive
performance in grazing beef cows

1. Factors affecting interval to first postpartum
estrus and reproductive efficiency in grazing
Japanese Black cows

The average interval to first postpartum estrus for 177 record was 48.0 days. The most(31.6%) of cows exhibited first estrus between 30-39 days postpartum. The required days in first estrus in primiparous cows had longer interval than multiparous cows, and cows calving in spring was significantly latter than that of autumn and winter season. The interval from calving to conception for the cows calving in spring was also longer than those of

three seasons. Analyzing of regression of the relation to resumption of oestrous days (X) and the number of insemination for conception (Y) of all cows, cubic equation $1/Y = 0.302 + 3.078X^{-3}$ was obtained. And the relation to resumption of oestrous days (X) and interval from calving to conception (Y), that is days open, were showed liner regression $\log Y = 1.678 + 0.005X$ between both days.

These results indicated that the period from calving to resumption of the oestrous cycle and to first insemination could be a factor of decisive importance to the number of resulting days open which were indicated of the reproductive efficiency.

2. Observation of postpartum uterus with ultrasonography

In the ultrasound image of uterus in site, two elliptical lines were equivalent to the cross section of endometrium and stratum vasculare, and the ultrasonographic these values of cross sectional diameter and area agreed well with the values which measured removed the uterus. Involutional changes of uterine diameter and cross sectional area, disappearance of lochia and uterine cavity were able to observe in detail by the methods of ultrasonography compared with rectal palpation only.

3. Relationships between postpartum ovarian activity, uterine involution and calving number in beef cows

The days required for uterine involution in primiparous cows were 31.8 days and the required days were prolonged with the increase of calving number. The involutionary progress from 7 to 20 days postpartum relatively late with the increase of calving number.

The interval from calving to first ovulation and the first estrus in primiparous cows were significantly longer

than 3rd to 10th of calving number. Almost cows were not exhibiting estrus behavior at first ovulation, and most of all corpora lutea formed after first ovulation were small in size and had a significantly shorter life-span(13.0 days) than that of second to third ovulation(21.7 days). The ratio of exhibiting estrus at each ovulation and the interval between ovulation were not related to the calving number.

The ability of fertility went down from 6th to 10th of calving number. These low fertility with aging were considered that abnormality of uterine tube or uterus for fertilization and implantation influenced rather than that of ovarian function itself.

4. An autoradiographic study on DNA synthesis of the bovine endometrium during estrous cycle and the effects of estradiol-17 β and progesterone injection in the ovariectomized cows

Autoradiographic study using ^3H -6-thymidine was carried out to investigate the pattern of DNA synthesis during estrous cycle. DNA synthesis in the surface epithelium was increased from proestrus to postovulation stage, and the maximum labeling index (8.5%) was observed postovulation stage which was 2-3 days after ovulation. DNA synthesis in the glandular epithelium was observed in estrus and postovulation stages, but its labeling index at postovulation stage (1.5%) was lower than that in the surface epithelium. In the stroma cells, DNA synthesis were stimulated in estrus and postovulation stages, and its labeling index at postovulation stage was similar to that in the glandular epithelium.

When estradiol-17 β and estradiol-17 β + progesterone priming were followed by progesterone injection in

ovariectomized cows, labeling index of DNA synthesis showed about a 3-fold increase as compared to estradiol-17 β single injection, and this values (13.5%) indicated the occurrence of maximum DNA synthesis. DNA synthesis on the glandular epithelium and stroma, no significant increase in DNA synthesis was observed in these treatments.

II Effects of milk yield and suckling stimulation on postpartum reproductive performance in beef cows

1. Changes of milk yield and suckling behavior at various days postpartum

Using 66 Japanese Black cow-calf pares, changes and relation to the suckling behavior and milk yield were observed at 10, 30 and 60 days postpartum, respectively. Number of suckling event/day at 10, 30 and 60 days postpartum were 8.3, 8.9 and 7.5 times, respectively. Average suckling time/event were increased from 7.8 minutes at 10 days postpartum to 11.5 minutes at 60 days postpartum. Fluctuation of suckling interval time showed coefficient of variation and milk yield were decreased gradually accompanied with elapse of days after calving. The negative significantly correlation were recognized between the milk yield and suckling events at 30 and 60 days postpartum. Number of suckling events, fluctuation of suckling interval time and milk yield were recognized significant among individual, days postpartum and parity, and total suckling time was recognized significance of days postpartum and parity.

It is suggested from these results that milk yield would have regulates on suckling behavior.

2. Models for prediction of days to first ovulation

based on changes in milk yield and suckling stimulation

The experiment was conducted to examine the effects of parity, months of calving, body weight changes, milk yield and suckling stimulation on Japanese Black cows using 66 postpartum first ovulation records. The curvilinear multiple regression was fitted taking linear and quadratic terms of independent variables into account. The multiple regression equations made by backward procedure for estimating the recurrence interval of postpartum first ovulation are as follows.

$$Y = 37.157 - 1.842X_1 - 0.036X_3 - 0.112X_4 + 2.001X_5 + 0.521X_6 + 0.103X_8 + 0.364(X_1 - 3.7)^2 - 0.001(X_7 - 100.1)^2 \quad (\text{Adjusted } R^2 = 63.8\%)$$

where, Y: Days from calving to first ovulation, X_1 : Parity, X_3 : Body weight just after calving, X_4 : Body weight loss at 30 days postpartum, X_5 : Milk yield (kg/day) at 30 days postpartum, X_6 : Suckling events (times/day) at 30 days postpartum, X_7 : Total suckling time per day, X_8 : Frequency of suckling interval time.

The relative importance of variables order were $X_1 > X_5 > X_4 > X_3 > X_7 > X_8 > X_6$. In that equation, the quadratic effects of parity and total suckling time were significant, and the effects of the other variables were linear. In this multiple regression analysis, increasing of milk yield and the number of suckling events indicated inhibitory effects on the occurrence of first ovulation, and body weight changes as a indexes of nutrient level affected the days postpartum to first ovulation as well as the effects of parity, milk yield and suckling stimulation. However, if the number of suckling events are controlled few times a day at regular interval, the total suckling time and

fluctuation of suckling interval time will be able to decrease, and it is suggested that the interval from calving to first ovulation will be possible to decrease under the condition of high milk yield and low body weight.

3. Influences of parity, milk yield and suckling stimulation on uterine involution in beef cows

To investigate the influences of suckling stimulation, milk yield and parity on uterine involution, a total number of 66 Japanese Black cows record for days required uterine involution were analyzed by multiple regression analysis based on backward procedure methods. The days required for all cows were 38.7 days and its range were 25-51 days postpartum. Body weight changes, milk yield/day, suckling events, total suckling time and frequency of suckling interval time at 10 days postpartum and parity, months of calving were employed as dependent variables. The multiple regression equations made by backward procedure for estimating uterine involutionary days are as follows.

$$Y = 22.633 + 2.152X_1 + 1.959X_5 - 0.361X_6 \text{ (adjusted } R^2 = 85.0\%)$$

where, Y: The days required from calving to uterine involution, X_1 : Parity, X_5 : Milk yield at 10 days postpartum, X_6 : Number of suckling events at 10 days postpartum.

Relative importance of independent variables of X_1 , X_5 and X_6 were 75.2%, 21.7% and 3.1%, respectively. In this uterine involutionary multiple regression model, it was suggested that increase of parity and milk yield delayed involution of uterus, while, increase of suckling events accelerated that required days. Variables in relation to uterine involution were few compared with the variables for postpartum first ovulation, and the uterine involution

were not affected seriously by weight changes as a indication of nutrient level.

4. Effects of non suckling and restricted suckling twice a day on the interval from calving to uterine involution in beef cows

The experiment were conducted to clarify the non suckling and restricted suckling twice a day on the uterine involution. Average days required from calving to uterine involution was significantly ($p < 0.05$) longer in non suckled cows which were removed their calves without any suckling just after calving than suckled ones. The involutionary progressed curve of uterus accompanying the postpartum days indicated that the decreasing values of uterine diameter from 7 to 10 days in non suckled cows were remarkably small compared with suckled ones, therefore, it is suggested that the uterine involution in non suckled cows were significantly prolonged as compared suckled ones.

Furthermore, effects of restricted suckling twice a day from 3 days after parturition for the uterine involution were studied. Involutionary progress in restricted cows were slow as compared with control cows. In the uteri taken out at 30 days postpartum, uterine weight, diameter of middle uterine horn and length of uterine horn in restricted cows showed large values than those of control cows. Thickness of myometrium in restricted cows were thin, while the cross-sectional area of uterine lumen indicated large values as compared with control cows. The height of surface epithelium in ovarian quiescence of restricted and control cows were ranged from 14.1-23.2 μm , but one of restricted cows which occurred first ovulation at 24 days postpartum showed 28.2-35.2 μm .

In these results, it is suggested that the non suckling and restricted suckling twice a day inhibit the morphological involution of uterus, and agreed with the models of the multiple regression analysis for the uterine involution. However, the height of surface epithelium are influenced by ovarian function without relation to the involutional degree of uterus.

III Effects of early weaning and LH-RH analogue injection on postpartum reproductive function, and the growth fed on milk replacer in beef calves

1. Effects of early weaning on postpartum ovarian activity and uterine involution

In order to clarify the effects of early weaning on postpartum ovarian activity and uterine involution in beef cows, calves were removed with their dams at 1 week and 4 weeks of age. Cows which were allowed to suck with their calves throughout the period of 180 days were used as a control. According to the early weaning, the interval days for ovarian recurrences decreased remarkably in primiparous cows. However, in pluriparous cows, the differences of these required days was little among 1 week, 4 weeks weaning and control cows. The interval from the first to the second ovulation was significantly shorter than second to third ovulation. And the proportion of cows exhibiting estrus at first ovulation was lower than that of at the second and third ovulation. The days of ovulation interval and proportion of exhibiting estrus at each ovulation were not distinguished differences among early weaning and control cows. The days required from

calving to uterine involution were prolonged with advance the date of weaning.

These results indicated that the lack of suckling stimulation accelerated postpartum ovarian recurrences, while the lack of suckling stimulation at early stage of postpartum days repressed the uterine involution. However, the interval days from calving to conception were able to be reduced with the early weaning at 1 or 4 weeks postpartum .

2. Effects of early weaning and LH-RH analogue injection on postpartum ovarian activity

The early weaning and 200 μ g of LH-RH analogue injection at 4 weeks postpartum with 2 x 2 experimental design were conducted to clarify the effects on the ovarian activity in beef cows.

Early weaning and LH-RH analogue injection significantly shortened the postpartum interval to first ovulation and first estrus compared with control cows. The effectiveness of haste on ovarian recurrence were remarkably in primiparous cows. There were no significant differences in the interval from first to second ovulation, the proportion of exhibiting estrus at each ovulation and the number of inseminations per conception among the four experimental groups.

The results suggest that the LH-RH analogue injection instead of early weaning will be able to induce the postpartum ovarian recurrences.

3. Growth of Japanese Black calves fed on milk replacer

Using 63 Japanese Black calves, influences of body weight and body measurements until 6 months of age in calves fed on milk replacer after removed from their dams

were investigated. In experiment 1, male calves were removed from their dams at 4 weeks of age and were fed on 600 g milk replacer until 10 or 14 weeks of age. The average daily gains were slightly down in the immediate period after removed from their dams compared with control calves. However, there were no significant differences among any daily gains in every two weeks interval until 24 weeks of age. The growth rate values of body weight and six main body measurements were almost equal among them. In experiment 2, calves removed from their dams at 1 week and 4 weeks of age, and were fed on milk replacer until 10 weeks of age. The average daily gain from birth to to 1 month of age in 1 week removed calves (0.24kg/day) was significantly lower than 4 weeks removed (0.67kg/day) and control calves (0.80kg/day). In 1 week calves, the growth of body measurements from birth to 1 month of age were remarkably retarded as well as body weight.

Theses results indicated that when calves removed at 4 weeks of age, the feeding period of milk replacer until 10 weeks of age were suitable for obtaining successful growth, but the method used in feeding of 1 week calves were not adapted for obtaining the satisfactory growth.